

**ISTITUTO PER L'AMBIENTE MARINO COSTIERO – CONSIGLIO
NAZIONALE DELLE RICERCHE - SEDE DI NAPOLI**

**Studio geologico del comprensorio Centane-Via Panoramica
(Isola di Procida, Golfo di Napoli)**

Rapporto Tecnico

Dott. Geol. Gemma Aiello

Ricercatore di ruolo

III livello professionale

CNR-IAMC Sede di Napoli

Napoli, Giugno 2016

INDICE

1. Premessa e scopi del progetto

1.1 Scopi del progetto di sistemazione turistico-ricreativa nel comprensorio Centane-Panoramica

1.2 Scopi e metodologie dell'analisi geologica

2. Inquadramento geologico generale dell'Isola di Procida

3. Stratigrafia generale dei terreni vulcanici affioranti nell'Isola di Procida

4. Evoluzione vulcanologica di Procida e Vivara

5. Comprensorio Centane-Panoramica

5.1 Stato dei luoghi ed indagini geognostiche

5.2 Geomorfologia

5.3 Caratteristiche tecniche dei terreni

6. Conclusioni

7. Bibliografia

1. Premessa e scopi del progetto

E' stata eseguita un'indagine geologica finalizzata alla determinazione delle caratteristiche tecniche dei terreni in un'area selezionata dell'Isola di Procida, ubicata nell'area costiera che raccorda Punta Pizzaco con Punta Solchiaro (comprensorio Centane-Panoramica) ed in particolare lungo la Via Alcide De Gasperi.

Le finalità del presente rapporto tecnico sono collegate alla necessità di fornire un supporto di carattere geologico ad un progetto commissionato dal Comune di Procida per la sistemazione di aree pubbliche con destinazione turistico-ricreativa nel comprensorio Centane-Panoramica.

1.1 Scopi del progetto di sistemazione turistico-ricreativa nel comprensorio Centane-Panoramica

L'area di intervento del suddetto progetto, che costituisce l'oggetto del presente rapporto tecnico è localizzata lungo il versante meridionale dell'Isola di Procida e delimitata dalla Via Mozzo (attualmente Via Alcide De Gasperi o Panoramica di Procida), dalla Via Centane e dalla Via Solchiaro.

Dal punto di vista dell'inquadramento urbanistico la zona interessata dal progetto di sistemazione turistico-ricreativa è inquadrata come zona E2 (zona verde di rispetto alle coste) dal vigente P.R.G. e come zona A dal vigente P.T.P. (Fig. 1).

In quest'area sono già presenti alcuni spazi di uso pubblico destinati all'uso pedonale della viabilità ed alcuni insediamenti turistici con funzione ricreativa. In particolare, lungo la Via Mozzo sono stati sistemati alcuni spazi verdi da parte dell'Amministrazione Comunale con interventi di manutenzione delle essenze arboree presenti; un'altra area, posta prima dell'incrocio tra Via Mozzo e Via Centane, precedentemente destinata alla discarica di terreni di riporto, è stata risanata destinandola a zona pedonale con sedili di pietra in tufo a vista, chiusa da fioriere lungo il lato fronte strada.

Il progetto per la sistemazione di aree pubbliche con destinazione turistico-ricreativa nel comprensorio Centane-Panoramica prevede da un lato la riqualificazione delle presenze naturali ed insediative già esistenti, attraverso interventi di manutenzione e dall'altro prospetta l'attrezzatura di alcune aree pubbliche con strutture leggere destinate alla fruizione turistico-ricreativa.

Per quanto riguarda la viabilità stradale e pedonale il progetto prevede una segnaletica diversificata per l'individuazione del settore, una sistemazione dei percorsi pedonali esistenti e la manutenzione delle aree pedonali con interventi di arredo urbano minimo. Tra le nuove attrezzature è stata invece contemplata la creazione di un parco giochi per l'infanzia lungo la Via Panoramica utilizzando le aree comunali recentemente sistemate con la piantagione di essenze arboree locali e la manutenzione del fondo erboso (Fig. 2).

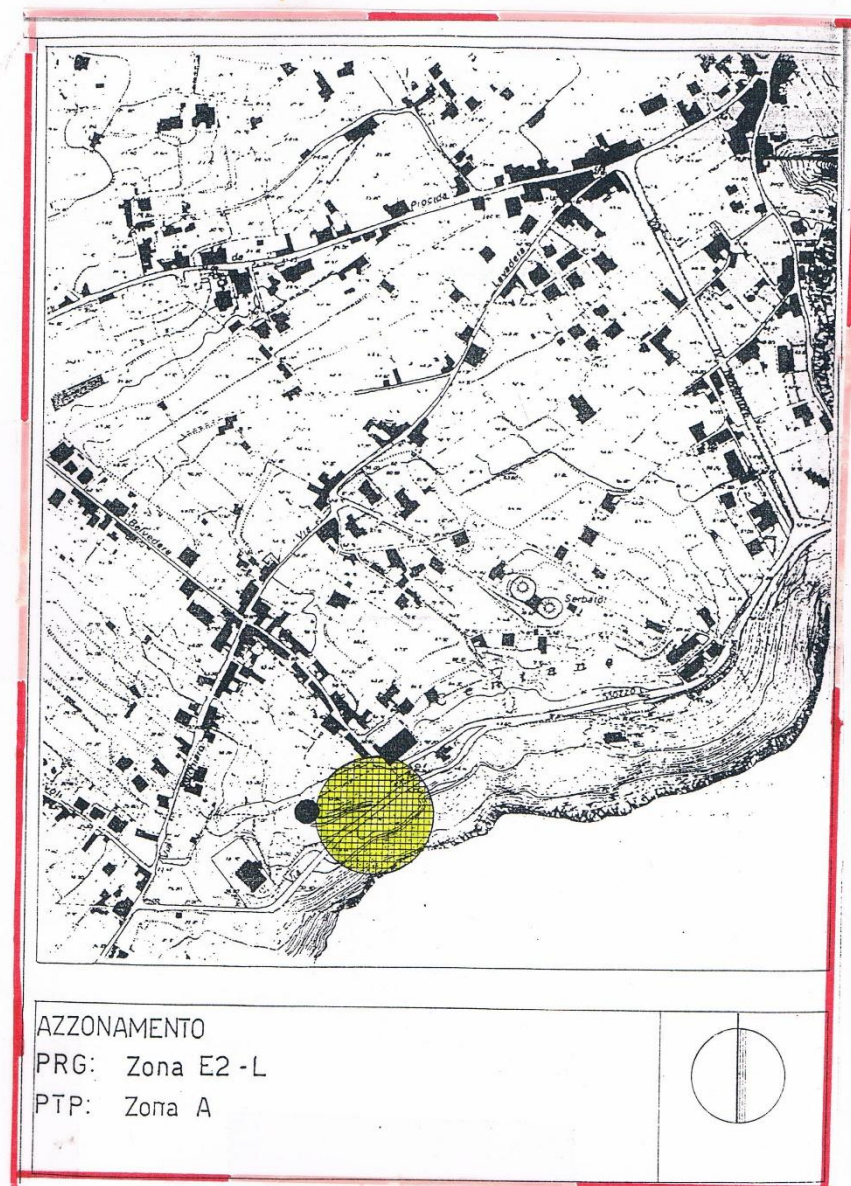


Figura 1: Localizzazione dell'area in studio (comprensorio Centane – Panoramica, Isola di Procida, Golfo di Napoli) nell'ambito del vigente Piano Regolatore e Piano Territoriale Paesistico.

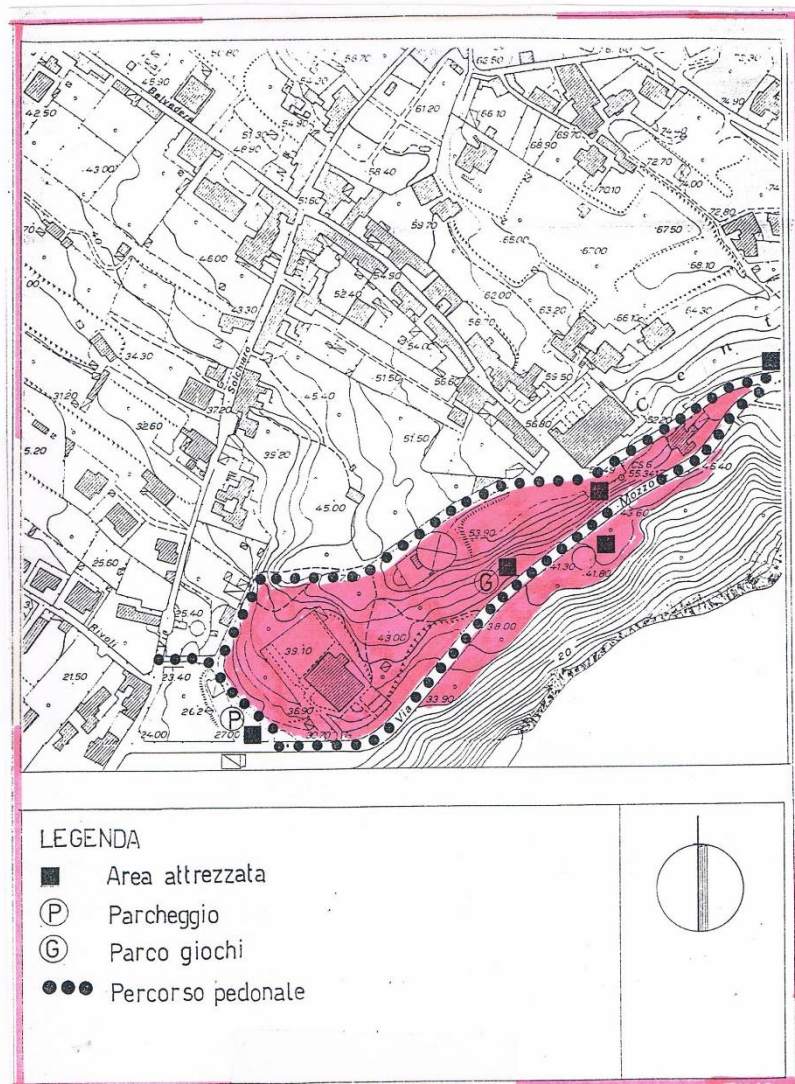


Figura 2: Planimetria riportante la legenda indicante l'uso al quale verranno adibite le varie aree del comprensorio Centane-Panoramica incluse nel progetto di sistemazione turistico-ricreativa del Comune di Procida.

Figura 2: Planimetria riportante la legenda indicante l'uso al quale verranno adibite le varie aree del comprensorio Centane-Panoramica nel progetto di sistemazione turistico-ricreativa del Comune di Procida.

In Fig. 3 viene riportata una planimetria tratta dagli elaborati di progetto e riportante l'ubicazione delle aree e la loro relativa denominazione. In particolare, quattro zone sono coinvolte dal progetto di sistemazione turistico-ricreativa, cioè l'area D e l'area B (aree poste a monte della Via Alcide De Gasperi) e l'area A e l'area C (aree poste a valle della Via Alcide De Gasperi ed a ridosso della sottostante falesia costiera). Le indagini geologiche si sono rese particolarmente necessarie per le aree lato mare (area A ed area C) in quanto adibite fino a tempi recenti alla discarica di terreni di riporto. I materiali di riporto costituiscono un cuneo di dimensioni discrete che ricopre i tufi dell'apparato vulcanico di Solchiaro.

Nella relazione ambientale allegata al progetto viene sottolineato il forte degrado delle zone interessate dagli interventi di risanamento ambientale, dal punto di vista della quasi totale scomparsa della vegetazione naturale, a causa dei cambiamenti continui dello stato dei luoghi delle zone adibite alla discarica dei terreni di riporto. Dal punto di vista geomorfologico la scarsa vegetazione e la presenza in affioramento di terreno, senza una consistente copertura di vegetazione, favoriscono l'erosione dello strato superficiale delle spianate lato mare incluse nel progetto (area A ed area C), soprattutto in presenza di aree di ruscellamento superficiale non sistemate attraverso un opportuno sistema di drenaggio (come accade attualmente). Va segnalata la crescita di una fitta vegetazione selvatica in alcuni punti sulle ripide scarpate della zona, poco stabili perché costituite nella parte sommitale da terreni sciolti e scarsamente coerenti sui quali l'attuale vegetazione selvatica svolge una naturale azione

stabilizzatrice, che non è tuttavia un elemento né definitivo né determinante per la stabilità delle scarpate.

L'intervento di ristrutturazione ambientale prevede di impiantare una vegetazione d'arredo in prossimità delle zone di scarpata e delle aree gioco (a monte della strada ed a ridosso degli affioramenti dei Tufi di Solchiaro, evidenti lungo il taglio stradale). Il progetto prevede inoltre l'impianto di arbusti ed altra vegetazione, come elementi stabilizzatori del versante. Questo genere di intervento, pur visto nel quadro di un risanamento ambientale non è tuttavia sufficiente a garantire la stabilità della parte sommitale delle scarpate poste a ridosso dell'area A (Fig. 3), che, oltre ad essere costituite da terreni sciolti, presentano un'acclività elevata e potrebbero facilmente dare origine a smottamenti e fenomeni franosi (Fig. 4 e 5). Quindi, allo scopo di garantire la sicurezza per i fruitori dell'area, si consiglierà la delimitazione della scarpata, come meglio specificato nelle conclusioni.

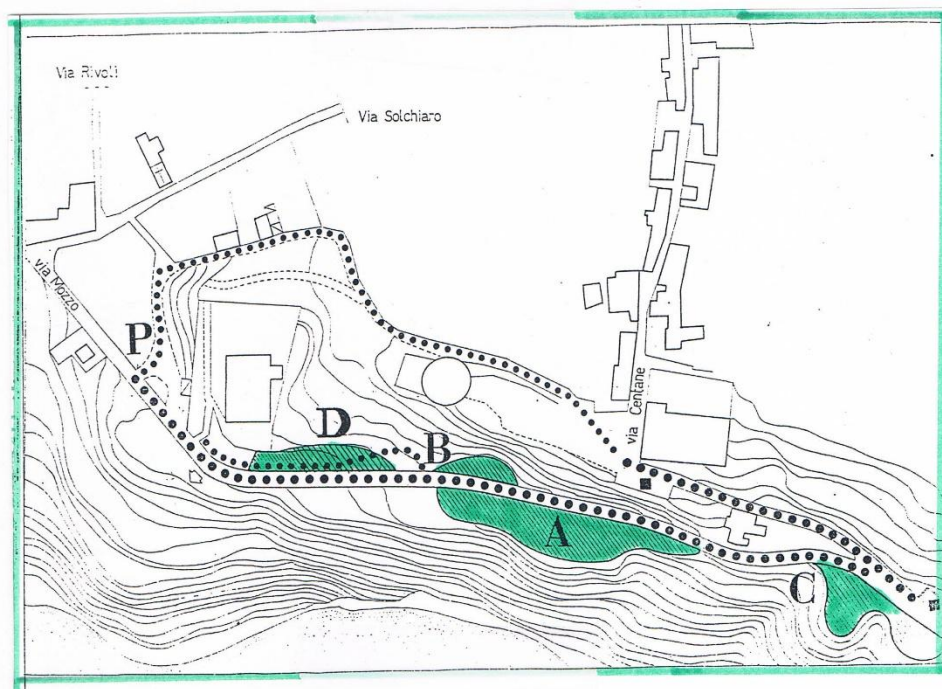


Figura 3. Planimetria riportante le aree comprese negli elaborati di progetto e la loro relativa denominazione.

Fig. 3: Planimetria riportante le aree comprese negli elaborati di progetto e la loro relativa denominazione.



Fig. 4: Smottamenti al margine della scarpata sommitale della spianata su Via Alcide De Gasperi.

Fig. 5: Dettaglio ingrandito mostrante terreni rimobilizzati al margine della suddetta spianata prima della rottura di pendenza corrispondente alla falesia costiera.

Quindi, allo scopo di garantire la sicurezza per i fruitori dell'area, si consiglierà la delimitazione della scarpata, come meglio specificato nelle conclusioni.

L'evoluzione dello stato dei luoghi dell'area del comprensorio Centane-Panoramica può essere delineata come segue. In particolare, l'area compresa tra la Via Panoramica e la costa a strapiombo sulla Baia del Carbonchio è costituita da un costone tufaceo degradante, sul quale sono stati riversati in tempi recenti materiali e terreni provenienti da scavi autorizzati. L'incongruenza e la quantità del materiale rendono necessari interventi finalizzati al risanamento dell'area, che dipendono dall'analisi geologica effettuata, tesa ad appurare lo stato del sottofondo e l'andamento altimetrico dell'area.

1.2 Scopi e metodologie dell'analisi geologica

L'analisi geologica, opportunamente corredata da prove geologico-tecniche per la determinazione della stratigrafia e delle caratteristiche tecniche dei terreni nelle aree oggetto dell'intervento, si è resa particolarmente indispensabile per i settori lato mare compresi nel progetto di sistemazione (in particolare il settore denominato A in Fig. 3 e compreso tra la Via Panoramica e la costa a strapiombo del Carbonchio), adibito fino a tempi recenti alla discarica di terreni di riporto.

Infatti, la morfologia attuale dei costoni tufacei nelle zone verso mare rispetto alla Via Alcide De Gasperi è qui notevolmente variata rispetto a

quella originaria, dato che tali aree sono state utilizzate fin dagli anni 60 per la discarica di terreni di riporto. Tali materiali di riporto costituiscono attualmente un cuneo di discrete dimensioni che ricopre i tufi vulcanici riconducibili all'eruzione dell'apparato di Solchiaro, estesamente affioranti lungo le falesie costiere nel settore che raccorda Punta Pizzaco con Punta Solchiaro e lungo il taglio stradale della Via Alcide De Gasperi (Fig. 6 e 7).

Le due aree a monte di Via Alcide De Gasperi, comprese nel progetto e denominate come area D e area B in Fig. 3, attualmente già sistemate con attrezzature ricreative per l'infanzia, non presentano un grado di dissesto geomorfologico tanto elevato come quello delle aree lato mare, in quanto caratterizzate dalla presenza dei Tufi Gialli di Solchiaro. I tufi di Solchiaro affiorano lungo una parete rocciosa all'incirca subverticale nella prima area, posta più a monte (Fig. 8 e 9) e formano una scarpata a bassa pendenza nella seconda area, posta più a valle. Ad una prima analisi tali zone possono quindi ritenersi relativamente più stabili rispetto alle zone poste verso il lato mare, essendo caratterizzate dall'affioramento di terreni litoidi.

Va comunque segnalata la presenza di piccole superfici di frattura, che interessano la parete rocciosa tufacea; allo stato dei luoghi attuale tali fratture non comportano problemi di stabilità, ma nel futuro andranno comunque tenute sotto controllo, onde prevedere, con il procedere dell'erosione, eventuali fenomeni di crollo di blocchi isolati da tali fratture. Inoltre, va sottolineata la presenza di terreni di riporto e materiali di risulta

varii alla base della parete tufacea (Fig. 9), che, per un risanamento ambientale ottimale dell'area, andrebbero comunque rimossi.

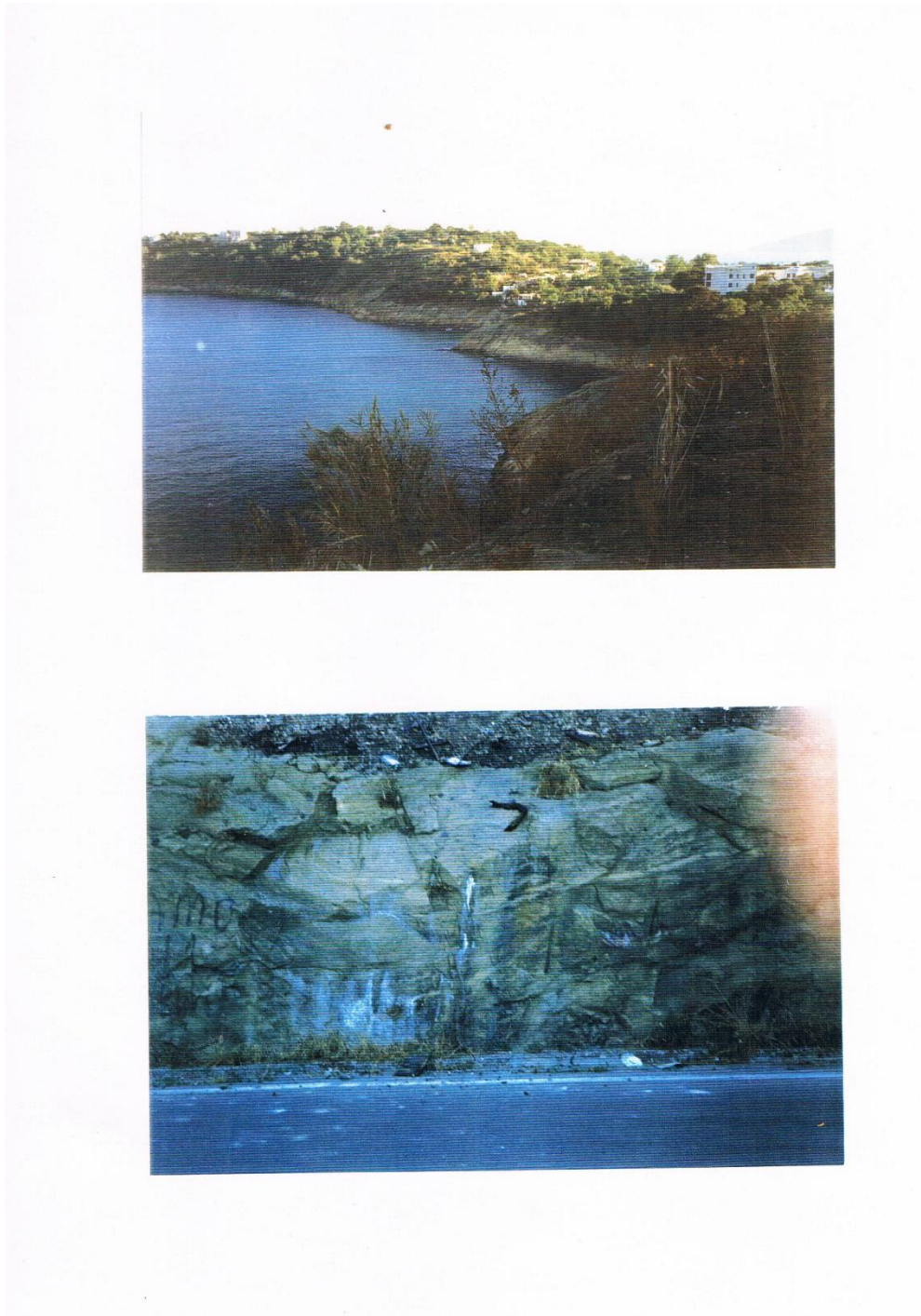


Fig. 6: La falesia costiera tufacea tra Punta Pizzaco e Punta Solchiaro (Isola di Procida, Golfo di Napoli).

Fig. 7: Affioramento dei tufi gialli di Solchiaro lungo il taglio stradale della Via Alcide De Gasperi (Procida).



Fig. 8: La falesia costiera tufacea tra Punta Pizzaco e Punta Solchiaro (Isola di Procida, Golfo di Napoli).

Fig. 9: Affioramento dei tufi gialli di Solchiaro lungo il taglio stradale della Via Alcide De Gasperi (Procida).

La morfologia attualmente pianeggiante delle spianate lato mare sulla Via Alcide De Gasperi (area A ed area C) può trarre in inganno sulle loro condizioni di stabilità, che possono invece risultare precarie, soprattutto qualora tali zone venissero sottoposte a carichi non proporzionati ai parametri geotecnici di stabilità dei terreni di riporto o in condizioni di sovralluvionamento di acqua, considerata anche l'assenza di un sistema di canalette di drenaggio delle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale.

Le condizioni di instabilità dei terreni di riporto sovrastanti i tufi ialoclastici della Formazione di Solchiaro risultano particolarmente evidenti lungo le scarpate laterali verso mare, in quanto queste sono costituite da terreni sciolti, con scadenti caratteristiche tecniche (Fig. 4 e 5). Inoltre, l'angolo di acclività dei terreni di riporto non è l'angolo di scarpa naturale del pendio, dato che tali materiali sono rimaneggiati e depositati fino a tempi recenti (Zona A e Zona C). Per questo motivo, i terreni che formano la parte superiore delle scarpate danno origine a piccoli smottamenti di terra e risultano facilmente franabili.

Si è quindi posta come condizione necessaria alla determinazione delle caratteristiche tecniche dei terreni di riporto e della loro stratimetria l'esecuzione di sondaggi geognostici ed analisi geotecniche di laboratorio, che

sono state preferenzialmente eseguite lungo il settore lato mare denominato area A negli elaborati di progetto. I sondaggi geognostici sono consistiti in prove penetrometriche dinamiche, atte a determinare il grado di addensamento dei terreni di riporto e il loro angolo di attrito interno (FI), che risulta direttamente collegato con la resistenza al taglio dei materiali e la profondità del substrato roccioso (Tufi gialli di Solchiaro) al di sotto dei terreni di riporto. La determinazione dell'angolo di attrito interno consente quindi di valutare indirettamente i carichi massimi ai quali i terreni possono essere sottoposti e di considerare quindi eventuali interventi di sistemazione e/o di consolidamento ai quali sarebbe necessario sottoporre tali aree.

Le prove penetrometriche sono state effettuate nella zona con rischio geomorfologico più elevato, compresa nel progetto turistico ricreativo come Zona A (Fig. 3, 10 e 11). Si tratta di una superficie pianeggiante lunga circa 100 m posta al bordo della scarpata che raccorda la Via Alcide De Gasperi con la falesia costiera. Tale zona presenta un elevato rischio, sia da un punto di vista geotecnico, in quanto caratterizzata da materiali sciolti di riporto che ricoprono i tufi gialli di Solchiaro (che costituisce la sottostante falesia ed affiora estesamente lungo i tagli stradali della Via Panoramica) che da un punto di vista morfologico e della stabilità delle scarpate verso mare, dato che i terreni sciolti lungo la scarpata, caratterizzata da elevata acclività, possono facilmente dare origine a smottamenti di terreno. Le prove sono state tutte eseguite in punti ubicati sul bordo verso mare dell'area A, in prossimità della

rottura di pendenza che segna l'inizio della falesia, in modo da ricavare valori più significativi.

Sono state inoltre eseguite alcune analisi geotecniche di laboratorio su campioni di terreno prelevati nel corso delle prove penetrometriche, allo scopo di ricavare il valore dei parametri geotecnici più significativi (vedi paragrafi seguenti).



Fig. 10: Bordo della spianata sommitale denominata Zona A dove sono state eseguite le prove penetrometriche dinamiche al raccordo con la falesia costiera.

Fig. 11: Spianata sommitale sub-pianeggiante caratterizzata da terreni di riporto, dei quali sono state determinate le caratteristiche tecniche.

Sono state determinate le caratteristiche tecniche generali dei terreni di riporto (peso dell'unità di volume, granulometria, contenuto d'acqua, etc.).

Va sottolineato che non è stato possibile eseguire le medesime indagini geognostiche sul settore denominato area C (Fig. 3), in quanto al tentativo di effettuare le prove penetrometriche è stato registrato il rifiuto strumentale da parte del penetrometro dinamico. Tale zona, posta all'incrocio tra Via Alcide De Gasperi e Via Centane, rappresenta la zona più rischiosa dal punto di vista geomorfologico, sia perché adibita a discarica fino a tempi recentissimi, che perché arealmente piccola e caratterizzata da scarpate molto acclivi, in terra nella parte sommitale (Fig. 12 e 13). Tale zona non è stata quindi inclusa nel progetto di sistemazione turistico-ricreativa ed interdetta al pubblico, in attesa di un serio intervento di bonifica e risanamento ambientale.

Lo stato dei luoghi della comprensorio Centane-Panoramica è stato ricostruito attraverso il rilevamento geologico e geomorfologico delle aree interessate dagli elaborati progettuali.

In questo rapporto tecnico viene fornito un inquadramento geologico dell'Isola di Procida ed una descrizione dei principali terreni affioranti e delle loro relazioni con il vulcanismo dell'area flegrea. Inoltre, viene fornito uno studio geologico e geomorfologico della zona del comprensorio Centane-Panoramica attraverso una descrizione dello stato dei luoghi delle zone oggetto dell'intervento. Verranno quindi descritte le caratteristiche tecniche dei terreni

nelle aree lato mare in base a sondaggi geognostici e prove geotecniche di laboratorio.



Fig. 12: Spianata sommitale denominata Zona C, che ha registrato il rifiuto strumentale del penetrometro.

Fig. 13: Localizzazione della spianata sommitale rispetto alla Via Panoramica di Procida.

2. Inquadramento geologico generale dell'Isola di Procida

La zona oggetto del presente rapporto tecnico ricade nell'isola di Procida, ubicata nel Golfo di Napoli, la cui storia geologica è strettamente connessa con quella dei centri eruttivi dei Campi Flegrei e dell'Isola d'Ischia.

Procida e Vivara (Fig. 14) sono due piccole isole vulcaniche, che presentano una superficie complessiva di 5 kmq, ubicate in posizione intermedia tra le caldere attive dei Campi Flegrei e di Ischia.

Conoscenze approfondite della stratigrafia e dell'evoluzione vulcanica dei Campi Flegrei e di Ischia sono state recentemente rese disponibili da nuovi studi vulcanologici (Di Girolamo et al., 1984; Rosi e Sbrana, 1987; Vezzoli, 1988). Le isole di Procida e di Vivara sono state l'oggetto di lavori di carattere stratigrafico e geologico (Parascandola, 1924; Di Girolamo e Stanzione, 1973).

I depositi vulcanici affioranti nell'Isola di Procida sono stati generalmente spiegati come il risultato di eruzioni provenienti da centri eruttivi locali. Gli studi eseguiti indicano inoltre la presenza di numerose unità piroclastiche legate all'attività eruttiva dei complessi vulcanici Ischitano e Flegreo, intercalate all'interno delle successioni prodotte dai centri vulcanici locali di Vivara e di Procida. Il rinvenimento all'interno delle sequenze piroclastiche delle due isole di numerosi livelli guida regionali e le correlazioni stratigrafiche effettuate consentono la ricostruzione dell'evoluzione vulcanologica delle isole di Procida e di Vivara ed un collocamento stratigrafico dei prodotti vulcanici

delle due isole nell'ambito delle successioni vulcaniche di Ischia e dei Campi Flegrei.

I Campi Flegrei, con le isole di Ischia e Procida, rappresentano un sistema vulcanico complesso formato da un insieme di piccoli apparati monogenici, disposti secondo un allineamento est-ovest ed alimentati da un magmatismo di stirpe potassica. Studi recenti sull'area comprendente i Campi Flegrei e le Isole di Procida e di Vivara hanno permesso di stabilire le correlazioni esistenti tra le attività vulcaniche per la comprensione delle fenomenologie vulcaniche avvenute precedentemente all'eruzione del Tufo Giallo Napoletano.

Ad un'attività esplosiva molto importante, il cui centro eruttivo era probabilmente ubicato nel Canale di Procida, sono da ascrivere le brecce vulcaniche che si rinvennero a Marina di Vita Fumo (Monte di Procida) ed all'Isola di Procida, dove affiorano nelle località Punta della Lingua, Scotto di Carlo e Pozzo Vecchio.

Nelle isole di Procida e Vivara sono stati riconosciuti altri sei centri eruttivi, che sono i Vulcani di Vivara, Fiumicello, Terra Murata, Punta Serra e Solchiaro. Inoltre, lo studio dell'area marina compresa tra Procida e Ischia ha messo in evidenza la presenza di due distinte morfologie vulcaniche, cioè i vulcani sottomarini "La Catena" e "Formiche di Vivara", a chimismo basaltico, simile a quello dei prodotti in affioramento delle eruzioni procidane.

E' probabile che oltre a questi vulcani, certamente più antichi del Vulcano di Vivara, ve ne siano altri che costituiscono l'ossatura profonda dell'isola di Procida ed altri ancora nel settore meridionale, al largo di Procida e Vivara.

In Fig. 15 viene riportata una carta geologica schematica dell'isola di Procida e delle aree circostanti, che evidenzia la presenza di terreni vulcanici di varia natura litologica e di età diverse, collocabili nell'ambito della formazione dell'intera area vulcanica napoletana e flegrea.

Ad un'età più antica di 35.000 anni B.P. è stata ascritta, attraverso metodi radiometrici di datazione assoluta (k/ar) la formazione dei Vulcani di Vivara, di Terra Murata e di Punta Serra, della piccola colata piroclastica dello Scoglio di S. Martino, delle cupole laviche di S. Martino, Cuma e Marmolite e dei tufi di Torre Franco.

Ad un'età di 37.000 anni B.P. è stata ascritta la messa in posto dell'Ignimbrite Campana (Tufo Grigio Napoletano) e del flusso piroclastico a piccola scala che ha portato alla formazione di brecce poligeniche, note come Formazione del Piperno o "Breccia Museo".

Nel periodo geologico compreso tra 30.000 e 10.000 anni fa è avvenuta un'attività vulcanica di grande intensità e diffusione areale, che ha portato alla formazione del Vulcano di Solchiaro ed alla messa in posto dei tufi biancastri stratificati e dei tufi antichi affioranti a Soccavo e nella zona urbana di Napoli. Altro importante evento in questo intervallo temporale è la formazione del

Vulcano di Torregaveta e la messa in posto del Tufo Giallo Napoletano avvenuta 15.000 anni fa (Deino et al., 2004).

Nell'intervallo di tempo successivo a 10.000 anni è avvenuta la formazione di cupole laviche, coni di scorie, vulcani piroclastici monogenici ed apparati di tufo giallo pseudo-stratificato. Tra questi vanno citati alcuni apparati della zona dei Campi Flegrei, come Monte Nuovo (eruttato in epoca storica), gli Astroni, Agnano, Capo Miseno, Bacoli, Montagna Spaccata, Monte Ruscello ed altri.

3. Stratigrafia dei terreni vulcanici affioranti nell'Isola di Procida

Varie unità vulcaniche, diverse per natura e per età, affiorano nell'isola di Procida. Viene qui di seguito fornita una descrizione della litologia e della stratigrafia di tali depositi, provenienti da apparati vulcanici localizzati e monogenici, anche se al loro interno sono presenti intercalazioni di materiali vulcanici di provenienza flegrea ed ischitana (Fig. 15).

Vulcano di Vivara (età maggiore di 55.000 anni)

Il Vulcano di Vivara comprende l'isola di Vivara ed il Promontorio di S. Margherita; si tratta di un anello di tufo giallo e grigio ben stratificato, di forma circolare, mancante del quadrante di sud-est. La parte bassa dei tufi di Vivara è formata da banchi metrici massivi di tufi gialli, costituiti da una matrice cineritica giallastra completamente litificata e da lapilli grigio scuri vetrosi a

composizione trachibasaltica. Questi passano verso l'alto a tufi stratificati di colore grigio antracite, debolmente litificati. La transizione tra le due unità è visibile a Punta Capitello e nella falesia tra Punta Mezzogiorno e Punta Alaca, mentre la culminazione dell'orlo craterico è visibile a nord di Punta Mezzogiorno e S. Margherita Vecchia.

Vulcano di Pozzo Vecchio (età maggiore di 55.000 anni)

E' caratterizzato da una successione che inizia con tufi gialli idromagmatici che formano un edificio ad anello, il cui bordo craterico è ben visibile nella baia tra Punta Serra e Punta Ottimo. L'edificio del vulcano di Pozzo Vecchio è costituito da tufi sottilmente stratificati, che passano verso l'alto a depositi di ricaduta a granulometria più grossolana, mal classati, con intercalazioni di sottili livelli cineritici. La composizione delle pomici e scorie porfiriche a sanidino è alcali-trachitica. Sul fianco settentrionale dell'edificio è addossato un cono di scorie stratificato e grossolano, formato da banchi di colore rossastro. I depositi di scorie sono ricoperti da una colata di lava, anch'essa di composizione alcali-trachitica.

Vulcano di Terra Murata (età maggiore di 55.000 anni)

E' formato da tufi gialli stratificati. La parte bassa dell'edificio è costituita da un tufo giallo zeolitizzato sottilmente stratificato, molto litificato. Nella parte

alta si osserva una transizione a tufo meno litificato, con lenti e livelli grossolani di pomici. I tufi di Terra Murata sono ricoperti da livelli di pomici pliniane, non raggiungibili in affioramento e da depositi distali del Vulcano di Fiumicello. Sulla falesia orientale di Terra Murata si osserva la sovrapposizione e l'assottigliamento verso l'alto dei tufi grigi stratificati di Fiumicello su quelli di Terra Murata.

Vulcano di Fiumicello (età compresa tra 74.000 e 55.000 anni)

E' costituito da depositi idromagmatici litificati di un centro eruttivo ubicato nel settore nord dell'isola di Procida e dai suoi corrispondenti prodotti distali. Questi ultimi presentano una certa dispersione areale e sono stati utilizzati come livello guida per le correlazioni tra Monte di Procida e Procida da Pescatore e Rolandi (1981). I tufi di Fiumicello formano la falesia costiera tra Punta di Pioppeto e Capo Bove, mentre le facies distali si rinvencono a Punta della Lingua e sulla falesia tra Capo Bove e Ciraccio. A Punta Pioppeto e Punta della Lingua i depositi dell'unità di Fiumicello sono direttamente ricoperti dalle unità attribuite all'Ignimbrite Campana. Nelle sezioni prossimali i depositi sono costituiti da tufi gialli e grigi, di composizione trachibasaltica, ialoclastitici e sottilmente stratificati. Si osservano rare strutture domiformi e numerose impronte da impatto in corrispondenza di blocchi di lave e tufi gialli. I depositi della facies distale sono caratterizzati da alternanze di ceneri grigie vescicolate, ceneri con lapilli e banchi di lapilli scoriacei sciolti da caduta.

Formazione dell'Ignimbrite Campana (37.000 anni)

L'Isola di Procida rappresenta un'area dove sono esposte numerose unità vulcaniche riferite a varie fasi dell'eruzione dell'Ignimbrite Campana. Esse sono comprese tra sequenze di ceneri massive pedogenizzate che le separano rispettivamente al tetto dai tufi del Vulcano di Solchiaro ed al letto dai prodotti del ciclo del Tufo verde. Numerose datazioni radiometriche C14 e K/Ar indicano per l'Ignimbrite Campana un'età di 37 ky B.P.

Tale sequenza affiora estesamente lungo le falesie che tagliano i prodotti precedenti al Vulcano di Solchiaro di Procida e Vivara. Dal basso verso l'alto sono distinguibili le seguenti sotto-unità:

Colate piroclastiche di tipo ash flow: si tratta di banchi cineritici massivi ricchi in pomici che mostrano alla base un livello caratteristico formato da un feltro di pomici e da cristalli sciolti di sanidino.

Coppia di livelli di ceneri saldate grigio e rosato: livelli di spessore decimetrico, che raggiungono nella sezione Scotto di Carlo spessori di qualche metro e corrispondono alle facies distali dell'Ignimbrite Campana.

Banco di piperno: è formato da fiamme scoriacee e laviche, ricco in matrice, arricchito in litici al tetto e passante alla sovrastante Breccia Museo. Localmente alla base del Piperno è presente una facies cineritica con fiamme,

arricchita in litici, erosiva sui livelli sottostanti e visibile a Punta della Lingua, Scotto di Carlo e Cimitero.

Breccia Museo: con a tetto colata piroclastica pomicea.

Pumice flow: livello a pomici grigio-verdi ricchissimo in strutture da degassamento; alla sezione della spiaggia del Cimitero presenta alla base un livello arricchito in blocchi.

Vulcano di Solchiaro (circa 19.000 anni)

I depositi che costituiscono questa unità sono legati all'attività eruttiva dell'anello di tufo di Solchiaro. Si tratta dell'evento eruttivo più recente dell'isola di Procida. Sono disponibili alcune datazioni C14 di paleosuoli compresi tra l'Ignimbrite Campana ed il Tufo di Solchiaro; queste, riportate in Alessio et al. (1976), indicano età di circa 19.000 anni; il recinto craterico è identificabile nel settore sud-orientale dell'Isola di Procida, tra Punta Pizzaco e Punta Solchiaro (Fig. 1). I depositi del Vulcano di Solchiaro sono ampiamente diffusi nei termini superiori delle sequenze stratigrafiche affioranti lungo numerose falesie dell'Isola di Procida e sono presenti anche a Vivara, a nord di Punta Mezzogiorno e presso Punta Capitello. Nell'area craterica, ben visibile in affioramento lungo la strada costiera a ridosso di Punta Pizzaco e Punta Solchiaro (Panoramica di Procida) si osserva una transizione da tufi gialli stratificati (alla base) a tufi grigi anch'essi stratificati, che suggeriscono una

Negli affioramenti distali la base è formata da un'alternanza di lapilli scoriacei grigi a composizione trachibasaltica e di ceneri grigie con blocchi di lave e tufi gialli ialoclastitici con impronte da impatto. Nella parte alta sono esposti alcuni metri di ceneri grigie, fini e grossolane, ben stratificate, con strati piano-paralleli incrociati a basso angolo ed ondulati, intercalati a sottili livelli di lapilli scoriacei; sono frequenti strutture duniformi. In Fig. 16 vengono riportate una pianta dell'apparato vulcanico di Solchiaro ed una colonna stratigrafica schematica riportante i terreni corrispondenti.



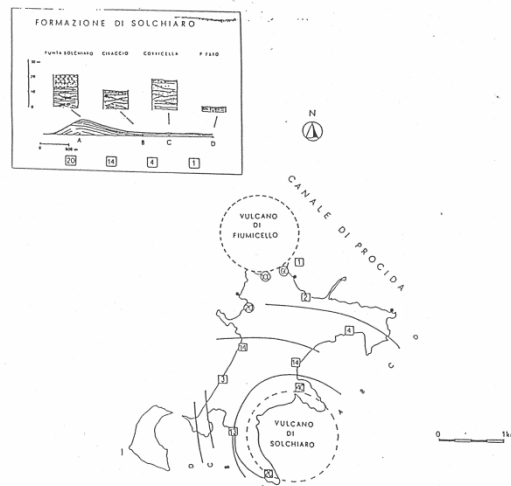


Fig. 16: Rappresentazione in pianta dei Vulcani di Solchiaro e di Fiumicello e colonna stratigrafica schematica.

Formazione dei Fondi di Baia (età circa 8400 anni fa)

Si tratta di un complesso piroclastico correlabile con i prodotti del centro eruttivo Fondi di Baia, ubicato sulla prospiciente fascia costiera dei Campi Flegrei. Tale unità è costituita da piroclastici giallastre incoerenti con stratificazione non ben definita, cioè da limi e limi sabbiosi con livelli ed inclusi ghiaiosi di pomici nere. A questa formazione passano lateralmente in eteropia di facies depositi quaternari indifferenziati, alluvioni recenti ed attuali, piroclastici fini rimaneggiate ed alterate, provenienti dallo smantellamento dei prodotti a monte.

Verso l'alto questi depositi passano frequentemente a strati di terreno agrario, caratterizzato da limi sabbiosi a luoghi ghiaiosi (la porzione ghiaiosa è

caratterizzata da pomici di piccole dimensioni), misti a materiale organico. Il terreno agrario è incoerente, facilmente erodibile ad opera degli agenti esogeni e mostra inoltre scadenti caratteristiche tecniche.

4. Evoluzione vulcanologica di Procida e Vivara

Secondo le ricostruzioni stratigrafiche di Rosi et al. (1988), Procida e Vivara sono formate dall'accumulo di prodotti legati ad eruzioni locali e di prodotti piroclastici da ricaduta e da flusso provenienti da limitrofi complessi vulcanici di Ischia e dei Campi Flegrei.

I depositi più antichi affioranti sono rappresentati dai prodotti dei centri, rispettivamente trachibasaltici e rachitici, di Vivara, Pozzo Vecchio e Terra Murata. In tutti e tre i casi si tratta di centri eruttivi formati da tufi gialli stratificati. Nel caso del vulcano di Pozzo Vecchio l'edificazione del *tuff cone* è stata seguita da un lancio di scorie e dalla emissione finale di una colata lavica, sempre ad emissione trachitica. L'ambiente di deposizione di questi prodotti vulcanici era probabilmente sottomarino per la base degli edifici, subaereo per le parti medie e alte dei con di tufo. Lo scenario eruttivo era rappresentato da attività esplosiva di tipo surtseiano in ambiente di mare basso (tufi gialli palagonitici di Vivara e tufi gialli di Terra Murata e di Pozzo Vecchio), seguita da un progressivo isolamento dei condotti eruttivi dal mare, con emissione di prodotti idromagmatici secchi, rappresentati dai tufi grigi e bianchi che costituiscono la parte alta dei tufi di Vivara e Terra Murata e dai

prodotti nei quali non si osserva evidenza di interazione acqua-magma (scorie di Pozzo Vecchio seguite dalla lava finale). Questi tre edifici hanno portato alla costruzione di un campo vulcanico emerso.

Da questo momento in poi ha inizio la deposizione di prodotti eruttati dalle aree limitrofe; i primi tra questi sono depositi legati ad attività esplosiva in ambiente di mare basso avvenuta nel Canale d'Ischia in corrispondenza delle attuali "Formiche di Vivara"; brecce grossolane e depositi di surge piroclastico di queste eruzioni ricoprono parte di Vivara ed il settore nord-ovest di Procida. Non esistono dati radiometrici sull'età dei depositi descritti finora.

Nel periodo successivo, compreso tra 0.074 e 0.055 My, Vivara ed i centri emersi di Procida, Pozzo Vecchio e Terra Murata vengono ricoperti da banchi neritici di pomici pliniane, provenienti dall'isola d'Ischia. In questo periodo riprende l'attività locale con il centro eruttivo trachibasaltico di Fiumicello, i cui depositi idromagmatici si intercalano tra le pomici pliniane B e C della Formazione Pignatiello. L'eruzione di Fiumicello modifica profondamente la morfologia del settore nord-orientale di Procida, con uno spesso accumulo di tufi grigi stratificati, che ricoprono il centro eruttivo di Pozzo Vecchio da Punta di Pioppeto a Punta Ottimo ed il settore settentrionale del cono di Terra Murata. Ai depositi da caduta pliniani dell'isola d'Ischia seguono i prodotti trachibasaltici di una seconda eruzione idromagmatica proveniente dal Canale d'Ischia, denominata da Rosi et al. (1988) "Canale d'Ischia superiore", che ricoprono con livelli di brecce, lapilli di caduta e surge piroclastici l'intera isola

di Vivara ed il settore Ciraccio e Pozzo Vecchio. A questa seconda eruzione trachibasaltica del Canale d'Ischia fa seguito la deposizione su Procida di prodotti eruttivi connessi agli eventi vulcanici più importanti avvenuti nell'area campana, come le eruzioni del ciclo del Tufo Verde dell'Epomeo di Ischia e dell'Ignimbrite Campana dei Campi Flegrei.

I depositi attribuiti al ciclo del Tufo Verde di Ischia sono rappresentati dai prodotti dell'eruzione di Monte S. Angelo, con una sequenza che comprende depositi da ricaduta pliniani, brecce di flusso, colate piroclastiche pomicee ed i depositi dell'eruzione del Tufo Verde dell'Epomeo, avvenuta circa 55.000 anni fa. Durante questa fase avviene la principale modificazione della morfologia di Procida, che si verifica a causa dei prodotti di flusso piroclastico della prima eruzione, che operano un primo colmamento delle morfologie depresse presenti tra i centri eruttivi locali; questo colmamento sarà completato dall'arrivo, 35.000 anni fa, dei successivi prodotti di flusso dell'Ignimbrite Campana, Breccia Museo, Piperno e colate piroclastiche pomicee associate.

Questo evento conferisce a gran parte dell'Isola di Procida l'attuale morfologia sub-pianeggiante. La sola modificazione successiva avviene intorno a 19.000 anni fa con l'eruzione di Solchiaro, che rappresenta l'ultimo evento locale registrato dalla stratigrafia. Il vulcano di Solchiaro è un cono di tufo giallo stratificato, trachibasaltico, che appare legato, analogamente agli altri centri di Vivara, ad attività esplosiva idromagmatica in ambiente di mare basso. I suoi depositi, per lo più di surge piroclastico, ricoprono gran parte dell'isola di

Procida ed in misura minore Vivara e S. Margherita. Successivamente ai prodotti del Vulcano di Solchiaro si ha solo la deposizione di ceneri da caduta distali (piroclastiti sciolte) prodotte da eruzioni dei Campi Flegrei (Formazione dei Fondi di Baia di Rittmann, 1951 o Unità dei Tefra superiori secondo Rosi et al., 1988). Tali depositi sono estesamente affioranti nei termini sommitali delle successioni stratigrafiche di Procida e Vivara con spessori di 3 o 4 m. I depositi dell'Unità dei Tefra superiori o Formazione dei Fondi di Baia sono essenzialmente riconducibili all'attività post-caldera antica (Fase A di Rosi e Sbrana, 1987), dei Campi Flegrei ed a eruzioni dell'attività preistorica (Età del Bronzo) dell'isola d'Ischia. Secondo Rosi et al. (1988) l'attribuzione dei Tufi superiori ai soli Vulcani dei Fondi di Baia di Rittmann (1951), frequentemente ripresa da tutti gli autori successivi può essere in contrasto con la presenza di più livelli separati da paleosuoli, che ne indicano un accumulo ad opera di più eruzioni.

5. Compensorio Centane-Panoramica

5.1 Stato dei luoghi ed indagini geognostiche

Gli interventi compresi nel progetto per la sistemazione di aree pubbliche con destinazione turistico-ricreativa nel compensorio Centane-Panoramica comprendono sia aree a monte della Via Alcide De Gasperi che aree poste sul lato mare rispetto alla strada.

Nel presente rapporto tecnico sono state valutate prevalentemente le zone poste sul lato mare (zona A e zona C), in quanto queste sono costituite da due spianate poste tra la Via Alcide De Gasperi ed il costone tufaceo sottostante, compreso tra Punta Pizzaco e Punta Solchiaro. Fin dagli anni 60 queste zone sono state utilizzate per la discarica di terreni di riporto e risultano caratterizzate da un cuneo di terreni di riporto, di dimensioni discrete, che ricopre i tufi vulcanici della Formazione di Solchiaro, che affiorano sia lungo il taglio stradale che lungo il costone sottostante.

Ai fini di stabilire le caratteristiche tecniche dei terreni di riporto si è quindi resa necessaria l'esecuzione di alcune prove penetrometriche lungo la zona lato mare compresa tra l'incrocio di Via De Gasperi con Via Centane e l'Ospedale.

Lo stato dei luoghi del comprensorio Centane-Panoramica differisce relativamente alle aree a monte della strada (area B e area D in Fig. 3) ed alle aree poste a lato mare (area A in Fig. 3). Infatti, le prime aree sono caratterizzate dall'affioramento di rocce piroclastiche litoidi, ed in particolare dei tufi ialoclastici di colore giallastro ascrivibili all'apparato vulcanico di Solchiaro, che affiorano lungo una parete sub-verticale nell'area più a monte e lungo una scarpata a bassa pendenza in quella più a valle.

Lo stato dei luoghi dell'area lato mare (area A in Fig. 3), come stabilito anche in base ai risultati delle indagini geognostiche, di seguito descritti, è invece caratterizzato dalla presenza, nella parte più superficiale, di terreni di riporto

sciolti (sabbie ghiaiose debolmente limose), sovrapposte sui tufi vulcanici della Formazione di Solchiaro. Le prove penetrometriche hanno consentito di valutare uno spessore medio di 6.5 – 7 m delle sabbie ghiaiose debolmente limose al di sopra dei tufi vulcanici.

Vengono qui di seguito riportati i risultati delle suddette indagini geognostiche.

5.1 Descrizione della strumentazione utilizzata

Le indagini geognostiche svolte in sito, consistenti di n. 5 prove penetrometriche dinamiche, volte ad accertare lo spessore dei terreni sovrapposti nel sottosuolo al substrato roccioso dei tufi di Solchiaro e le loro caratteristiche geomeccaniche, sono state eseguite mediante un penetrometro dinamico medio-leggero italiano DL-30 (mod. TG 30/20 della ditta Pagani).

Le caratteristiche tecniche del penetrometro utilizzato vengono brevemente riassunte:

peso massa battente (M, kg) 30.00

altezza caduta libera (H, m) 0.20

area punta conica (A, cmq) 10.00

angolo apertura punta (alfa, °) 60°

lunghezza asta (L, m) 1.00

Peso asta per metro (Ma, kg/m) 2.40

prof. giunzione prima asta (P, m) 0.80

avanzamento punta (d, m) 0.10

diametro punta conica (D, mm) 35.7

La prova penetrometrica dinamica consiste nel rilevare il numero di colpi del maglio (massa battente), del peso di 30 kg. che cade con un'altezza di 20 cm, per ogni 10 cm di profondità.

Per una delle prove si è avuto (precisamente per la prova n. 1), alla profondità di 3.60 m dal piano campagna, il rifiuto strumentale, mentre per le altre quattro prove eseguite il rifiuto strumentale si è registrato a 6.50 – 7 m dal piano campagna. A tale profondità, infatti, la probabile presenza dei tufi vulcanici di Solchiaro ha elevato il numero di colpi del penetrometro, impedendo il proseguimento delle prove stesse.

Sono stati prelevati nel corso delle prove n. 1, n. 2 e n. 5 alcuni campioni di terreno, sui quali sono state eseguite alcune analisi geotecniche di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche generali dei terreni e della loro granulometria.

I risultati delle prove penetrometriche eseguite hanno consentito di ricavare lo spessore dei terreni di riporto che ricoprono il substrato roccioso costituito dai tufi vulcanici dell'apparato di Solchiaro e le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni attraversati. Queste sono state calcolate attraverso algoritmi di calcolo che permettono di correlare i parametri geotecnici con il numero di colpi del penetrometro standard (N_{spt}). I risultati relativi alle varie indagini

eseguite (di campagna e di laboratorio) sono riportati nei grafici di seguito elencati.

5.2 Geomorfologia

La geomorfologia della zona del comprensorio Centane-Panoramica è caratterizzata dalla presenza di un ampio settore di falesie costiere incise nei tufi della Formazione di Solchiaro, ben visibile da mare nel settore che raccorda Punta Pizzaco con Punta Solchiaro.

Come si evince dal rilievo aerofotogrammetrico del 1974, la zona di maggiore importanza ai fini del presente rapporto tecnico è ubicata tra l'incrocio della Via Panoramica con Via Centane e la fine della Via Panoramica all'altezza dell'Ospedale. E' in questa zona, infatti, che sono comprese le aree destinate alla sistemazione turistico-ricreativa. La zona dove sono state eseguite le prove penetrometriche, situata verso mare rispetto alla strada, è caratterizzata da quote via via decrescenti man mano che si procede dall'incrocio con la Via Centane (quota circa 49.60 m) fino alla zona dell'Ospedale (quota circa 34 m).

La zona di ubicazione delle indagini geognostiche (area A in Fig. 3) è caratterizzata da una spianata stretta ai lati e che si amplia nella parte centrale, con quote comprese tra circa 48 m (incrocio con Via Centane) e circa 40 m. La scarpata che delimita tale settore al bordo verso mare è caratterizzata da elevate pendenze e risulta particolarmente instabile nella parte sommitale, costituita da terreni sciolti, che in base alle indagini eseguite

presentano uno spessore fino a 6.5 – 7 m e ricadono granulometricamente nelle sabbie ghiaiose, debolmente limose. Lungo la scarpata in terra sono quindi possibili smottamenti di terreno, che ne rendono consigliabile la recinzione.

Il profilo geologico della zona inferiore del costone sottostante l'area A, costituita da terreni piroclastici litoidi (tufi di Solchiaro) mostra in maniera evidente l'alternarsi di strati più o meno coerenti di ialoclastiti, con nicchie di erosione orizzontali formate dall'azione erosiva degli agenti meteo marini e la sporgenza a sbalzo di strati più cementati.

Ulteriori fenomeni di instabilità possono essere generati negli strati superiori incoerenti del costone sottostante l'area A dalla mancanza di opere di drenaggio delle acque meteoriche e di assorbimento e superficiali, che andrebbero previste nella fase di sistemazione e risanamento ambientale.

5.3 Caratteristiche tecniche dei terreni

L'area del comprensorio Centane-Panoramica è caratterizzata dall'affioramento di due principali litotipi, che costituiscono rispettivamente il substrato roccioso dell'area in esame (tufi ialoclastici dell'apparato vulcanico di Solchiaro) ed i terreni di copertura, costituiti da materiali di riporto, dato che l'area risultava adibita, fino a tempi recenti, alla discarica di materiali di risulta di varia natura.

Attraverso le indagini geognostiche effettuate (prove penetrometriche ed analisi geotecniche) sono state determinate le caratteristiche tecnico-

meccaniche dei terreni di riporto ed il loro spessore al di sopra dei tufi di Solchiaro.

Vengono qui di seguito descritti i litotipi precedentemente menzionati:

1) Tufi vulcanici dell'apparato di Solchiaro (circa 19.000 anni)

I depositi che costituiscono questa unità sono legati all'attività eruttiva dell'anello di tufo di Solchiaro. Si tratta dell'evento eruttivo più recente dell'isola di Procida. Sono disponibili alcune datazioni C14 di paleo suoli compresi tra l'Ignimbrite Campana ed il Tufo di Solchiaro; queste, riportate in Alessio et al. (1976) indicano età di circa 19.000 anni; il recinto craterico è identificabile nel settore sud-orientale dell'isola di Procida, tra Punta Pizzaco e Punta Solchiaro (Fig. 1). I depositi del Vulcano di Solchiaro sono ampiamente diffusi nei termini superiori delle sequenze stratigrafiche affioranti lungo numerose falesie dell'isola di Procida e sono presenti anche a Vivara, a nord di Punta Mezzogiorno e presso Punta Capitello.

Nell'area craterica, ben visibile in affioramento lungo la strada costiera a ridosso tra Punta Pizzaco e Punta Solchiaro (Panoramica di Procida) si osservano tufi gialli stratificati, ben litificati, arricchiti in livelli di lapilli scuri scoriacei. Sono presenti al tetto dei tufi numerosi canali di erosione subaerea nei tufi gialli stratificati, che suggeriscono una sedimentazione in ambiente subaereo.

Negli affioramenti distali la base è formata da un'alternanza di livelli di lapilli scoriacei grigi a composizione trachibasaltica e di ceneri grigie con blocchi di

lave e tufi gialli ialoclastici con impronte da impatto. Nella parte alta sono esposti alcuni metri di ceneri grigie, fini e grossolane ben stratificate, con strati piano-paralleli incrociati a basso angolo ed ondulati, intercalati a sottili livelli di lapilli scoriacei: sono presenti strutture domiformi. Localmente sono presenti superfici di frattura, ben visibili lungo il taglio stradale e lungo i tagli all'interno delle due aree già attrezzate a parco giochi.

Le caratteristiche tecnico-meccaniche dei tufi, determinate in base alla correlazione con prove penetrometriche standard, sono le seguenti:

Angolo di attrito interno: $\phi = 37^{\circ}-40^{\circ}$

Rapporto peso-volume secco: $\gamma_d = 1.65$ t/metro cubo

Resistenza dinamica alla punta: $R_d = 50.94$ kg/centimetro quadrato

Coesione non drenata: $c_u = 0$

Resistenza alla compressione (σ): compresa tra 1.5 e 2 kg/centimetro quadrato.

La coesione non drenata c_u assume valori molto bassi, tali da ritenersi nulla ai fini dei calcoli geotecnici.

2) Terreni di riporto

Le prove penetrometriche hanno evidenziato le seguenti caratteristiche tecnico-meccaniche dei terreni di riporto lungo l'area costiera denominata area A negli elaborati di progetto.

Sondaggio S1

Parametri geotecnici

Le analisi penetrometriche per la determinazione dello spessore e dei parametri geotecnici sono state effettuate sino alla profondità di 3.6 m, alla quale è stato rinvenuto il substrato roccioso costituito dai tufi. Tra il piano campagna e la profondità di 3.6 m è stata rinvenuta un'alternanza di strati di terreno di consistenza variabile, tra molto addensata e sciolta. Nella tabella vengono riportate le caratteristiche geotecniche dei terreni rinvenuti al sondaggio S1.

Caratteristiche generali

Sono state determinate in laboratorio su un campione disturbato prelevato alla profondità di 3.4 m dal piano campagna nel corso dell'esecuzione della prova penetrometrica S1.

Le caratteristiche generali del campione, che in base alle analisi granulometriche è risultato come una sabbia ghiaiosa debolmente limosa, risultano le seguenti:

Peso specifico dei grani 2.36 g/centimetro cubo

Peso volume 1.50 g/cm cubo

Contenuto in acqua 35.70 %

Peso secco 1.10 g/cm cubo

Indice dei vuoti 1.67

Porosità 62.53 %

Grado di saturazione 100%

Elaborato prova penetrometrica N. 1

Committente:	Amma.ne comunale di Procida	Quota:	46,00 mt
Località:	via Alcide de Gasperi - Procida	Data:	19-06-1997

C_u = coesione non drenata (Kg/cm ²)	D_r = densità relativa (%)
ϕ° = angolo di attrito interno (gradi)	R_d = resistenza dinamica (Kg/cm ²)
E_{ed} = Modulo edometrico (Kg/cm ²)	E_{you} = Modulo di Young (Kg/cm ²)
H_f = profondità investigata (dm)	$N_{spt} = 0.5 + 0.8 N_{dpl}$

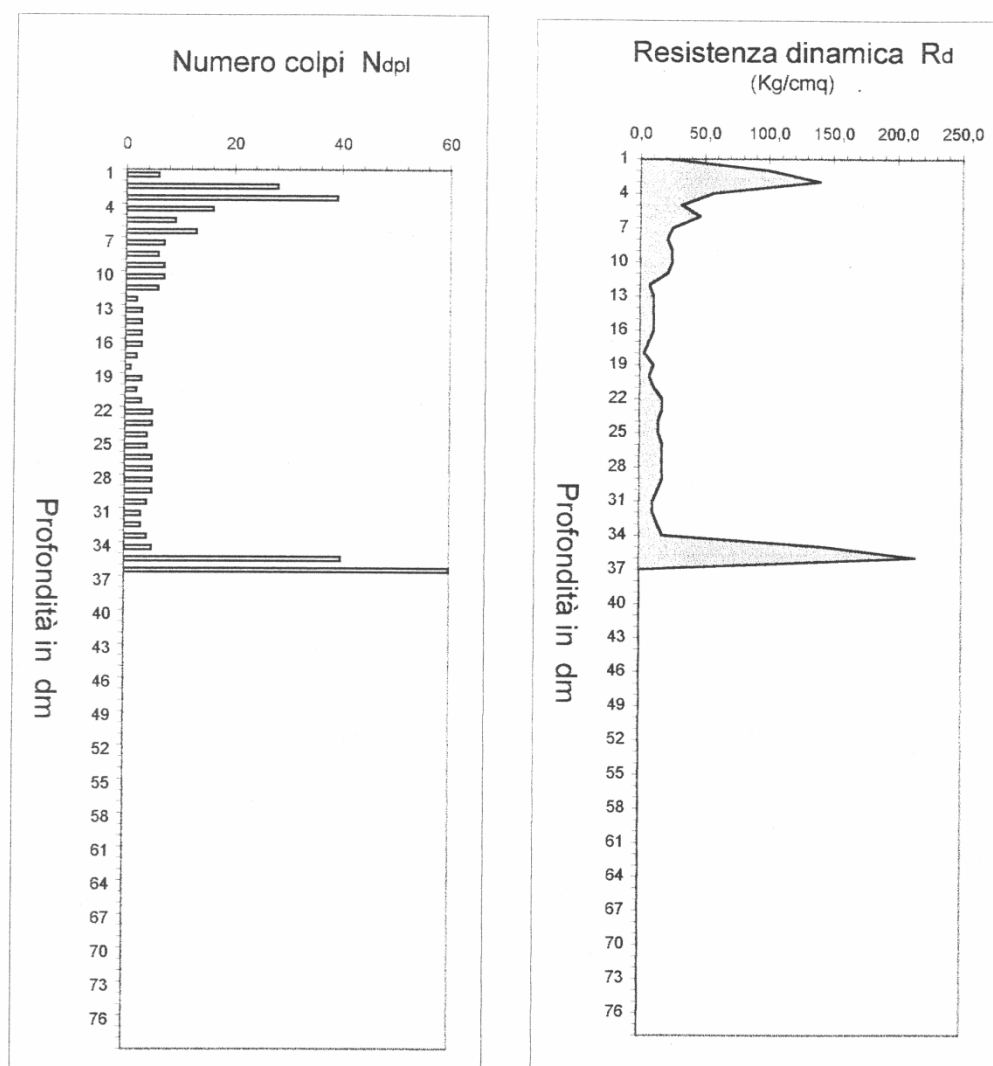
Parametri geotecnici

[illegible]

Hr	Ndpl	Rd
1	6	21,4
2	28	100,0
3	39	139,2
4	16	57,1
5	9	32,1
6	13	46,3
7	7	24,9
8	6	21,3
9	7	24,9
10	7	24,8
11	6	21,3
12	2	7,0
13	3	10,5
14	3	10,5
15	3	10,5
16	3	10,5
17	2	6,9
18	1	3,3
19	3	10,4
20	2	6,8
21	3	10,4
22	5	17,5
23	5	17,5
24	4	13,9
25	4	13,9
26	5	17,4
27	5	17,4
28	5	17,4
29	5	17,4
30	4	13,8

[illegible][illegible][illegible][illegible]Penetrometri Pagani (PC) - *TC 30-20 dinamico*

Elaborato prova penetrometrica N. 1



Penetrometri Pagani (PC) - τ_g 30-20 dinamico

Cantiere: Via De Gasperi – Procida (NA)

Sondaggio: S1

Campione: C1 – Disturbato

Quota prelievo: 3.4 m

Caratteristiche generali del campione

Peso specifico dei grani 2.36 g/centimetro cubo

Peso dell'unità di volume 1.50 g/centimetro cubo

Contenuto in acqua 35.70%

Peso secco 1.10 g/centimetro cubo

Indice dei vuoti 1.67

Porosità 62.53%

Grado di saturazione 100%

CURVA GRANULOMETRICA

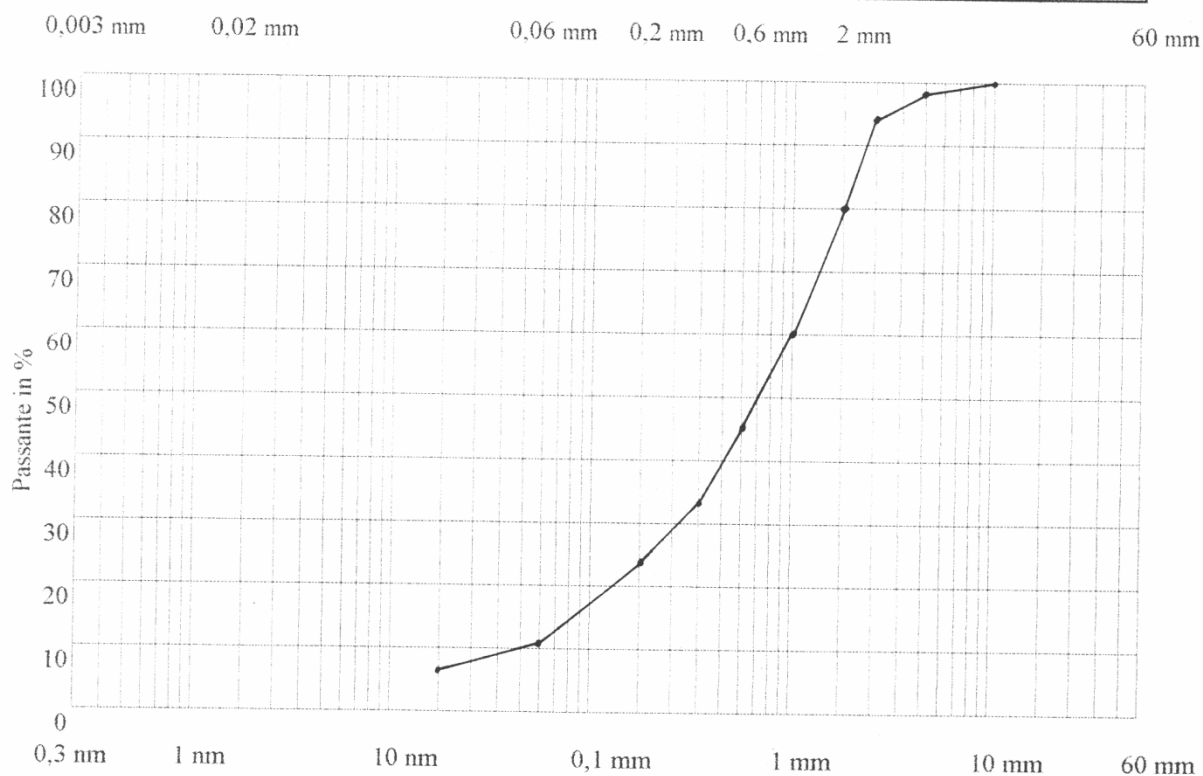
Cantiere: Via De Gasperi - Comune di Procida (NA)
 Sondaggio: S1
 Campione: C1 Disturbato
 Quota prelievo: 3,4 m

GHIAIA: 20,31 %

SABBIA: 67,78 %

LIMO: 11,91 %

FINO		GROSSO			
Argilla	Limo	Sabbia			Ghiaia
		fine	media	grossa	



nm = 10^{-6} metri

mm = 10^{-3} metri

Definizione granulometrica: *sabbia ghiaiosa debolmente limosa.*

Analisi con setacciatura in base alle norme A.S.T.M.

Osservazioni:

Sondaggio S2

Parametri geotecnici

Le analisi penetrometriche per la determinazione dello spessore e dei parametri geotecnici sono state effettuate sino alla profondità di 7.5 m (profondità dei tufi), evidenziando uno spessore maggiore dei terreni di riporto procedendo verso la parte centrale dell'area.

Le indagini hanno evidenziato l'alternanza di strati di terreno di consistenza variabile da densa a sciolta, i cui parametri geotecnici vengono riportati nella tabella sottostante.

Elaborato prova penetrometrica N. 2

Committente:	Anm.ne comunale di Procida	Quota:	46,00 mt
Località:	via Alcide de Gasperi - Procida	Data:	19-06-1997

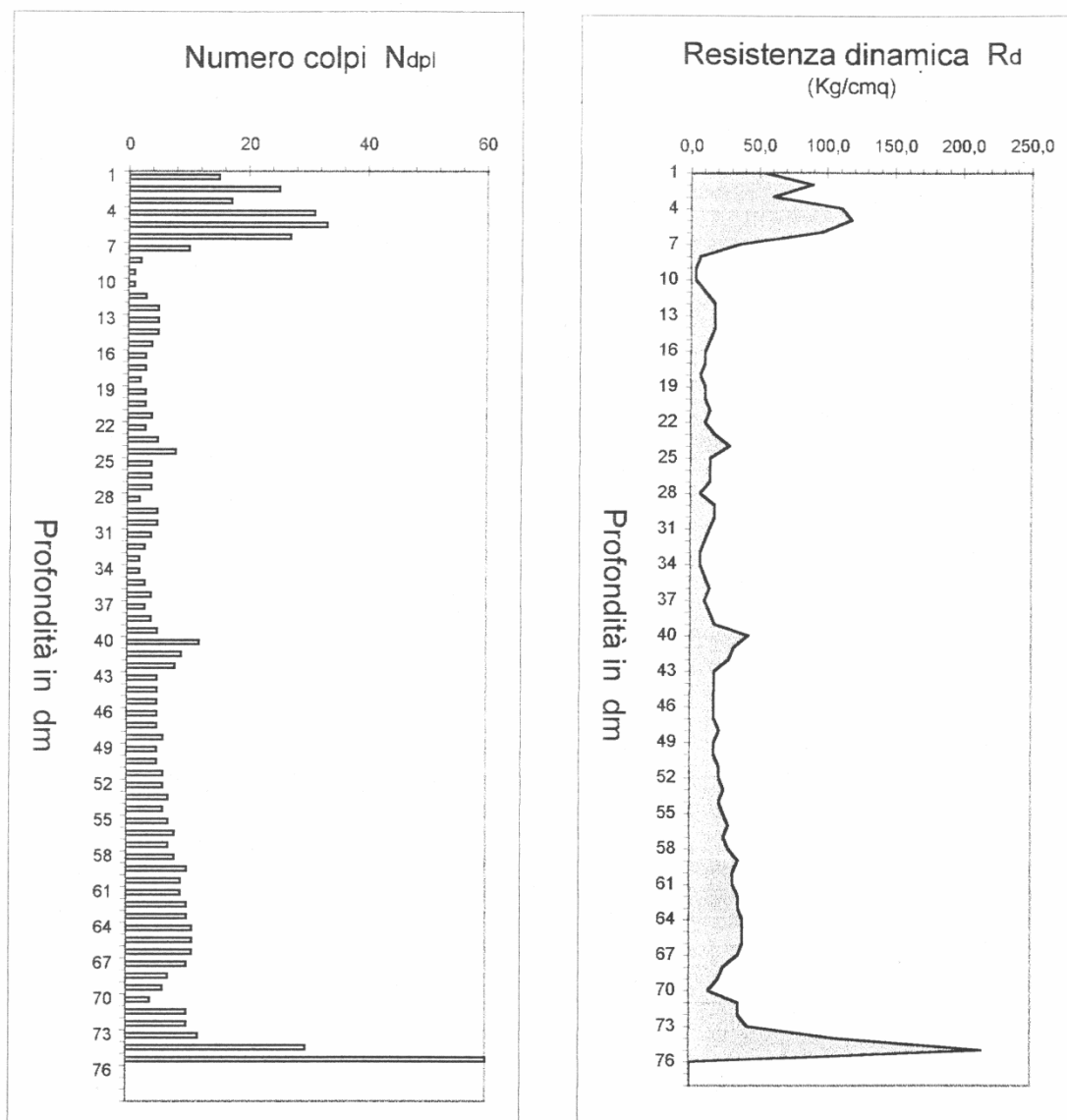
Cu = coesione non drenata (Kg/cmq)	Dr = densità relativa (%)
ϕ° = angolo di attrito interno (gradi)	Rd = resistenza dinamica (Kg/cmq)
Eed = Modulo edometrico (Kg/cmq)	Eyou = Modulo di Young (Kg/cmq)
Hf = profondità investigata (dm)	Nspt = 0,5 + 0,8 Ndpl

Parametri geotecnici												
Strato n.	Profondità (m)		Media Ndpl	Media Rd	Coesione Cu	Media ϕ°	Densità relativa		Modulo edom.	Consistenza		
1	0,0	0,7	20	71	> 0,5	31,9		52	124			denso
2	0,8	3,8	4	14	0,24	25,3		25	27,8			sciolto
3	3,9	5,8	6	21	0,36	26,9		30	39,8			sciolto
4	5,9	7,3	10	36	> 0,5	29,0		38	63,8			med. addensato
5	7,4	7,5	40	143	> 0,5	34,8		74	244			denso

Hf	Ndpl	Rd	Hf	Ndpl	Rd	Hf	Ndpl	Rd	Hf	Ndpl	Rd	Hf	Ndpl	Rd
1	15	53,5	31	4	13,8	61	9	31,2						
2	25	89,2	32	3	10,2	62	10	34,7						
3	17	60,7	33	2	6,6	63	10	34,7						
4	31	110,6	34	2	6,6	64	11	38,3						
5	33	117,8	35	3	10,2	65	11	38,2						
6	27	96,3	36	4	13,7	66	11	38,2						
7	10	35,6	37	3	10,1	67	10	34,6						
8	2	7,0	38	4	13,7	68	7	23,9						
9	1	3,4	39	5	17,2	69	6	20,3						
10	1	3,4	40	12	42,2	70	4	13,2						
11	3	10,5	41	9	31,5	71	10	34,6						
12	5	17,7	42	8	27,9	72	10	34,6						
13	5	17,6	43	5	17,2	73	12	41,7						
14	5	17,6	44	5	17,2	74	30	105,9						
15	4	14,0	45	5	17,1	75	60	213,1						
16	3	10,5	46	5	17,1	76	rifiuto							
17	3	10,4	47	5	17,1									
18	2	6,9	48	6	20,7									
19	3	10,4	49	5	17,1									
20	3	10,4	50	5	17,1									
21	4	13,9	51	6	20,6									
22	3	10,4	52	6	20,6									
23	5	17,5	53	7	24,1									
24	8	28,2	54	6	20,6									
25	4	13,9	55	7	24,1									
26	4	13,9	56	8	27,7									
27	4	13,9	57	7	24,1									
28	2	6,7	58	8	27,6									
29	5	17,4	59	10	34,8									
30	5	17,4	60	9	31,2									

Penetrometri Pagani (PC) - τ_g 30-20 dinamico

Elaborato prova penetrometrica N. 2



Penetrometri Pagani (PC) - τ_g 30-20 dinamico

Caratteristiche generali

Sono state determinate in laboratorio su un campione disturbato prelevato alla profondità di 2.5 m dal piano campagna nel corso dell'esecuzione della prova penetrometrica S2.

Le caratteristiche generali del campione, che in base alle caratteristiche granulometriche è risultato come una sabbia ghiaiosa debolmente limosa, risultano le seguenti:

Cantiere: Via De Gasperi – Procida (NA)

Sondaggio S2

Campione C2 (disturbato)

Quota prelievo 2.5 m

Peso specifico dei grani 2.25 g/centimetro cubo

Peso volume 1.56 g/centimetro cubo

Contenuto in acqua 34.70 %

Peso secco 1.15 g/centimetro cubo

Indice dei vuoti 1.72

Porosità 65.40 %

Grado di saturazione 100%

CURVA GRANULOMETRICA

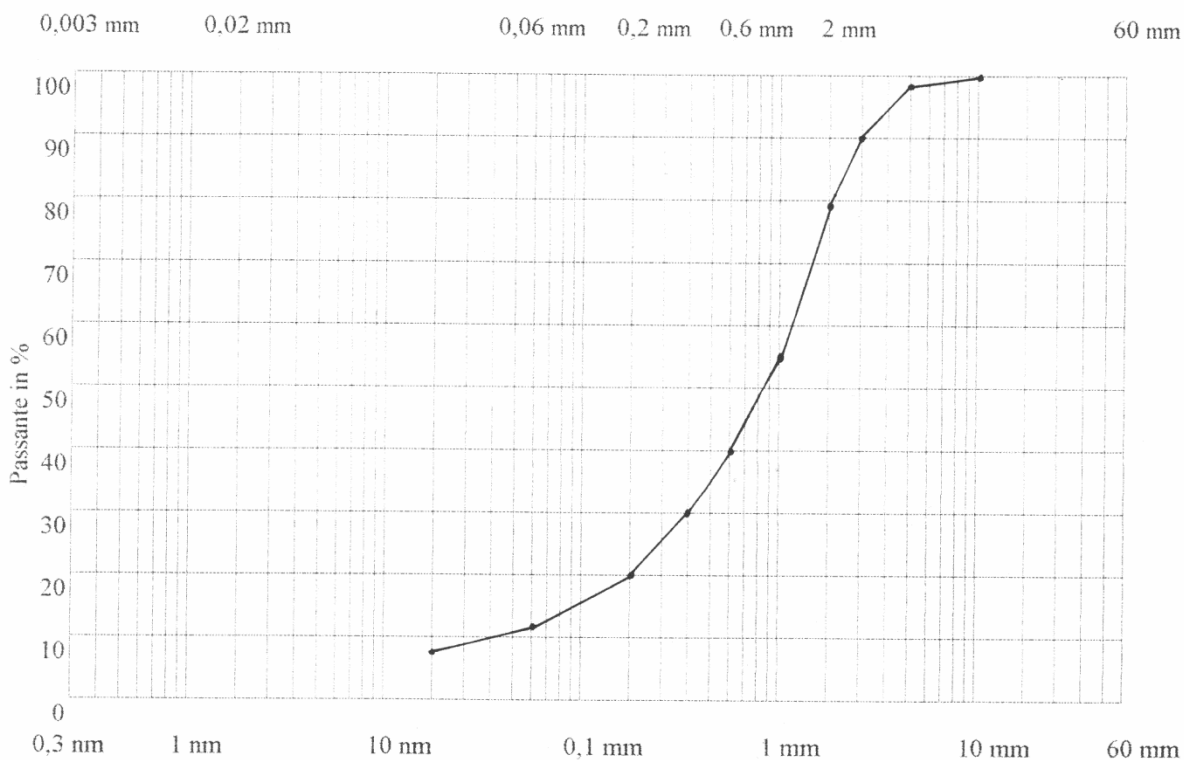
Cantiere: Via De Gasperi - Comune di Procida (NA)
 Sondaggio: S2
 Campione: C2 Disturbato
 Quota prelievo: 2,5 m

GHIAIA: 22,41 %

SABBIA: 64,69 %

LIMO: 12,90 %

F I N O		G R O S S O			
Argilla	Limo	Sabbia			Ghiaia
		fine	media	grossa	



nm = 10^{-6} metri

mm = 10^{-3} metri

Definizione granulometrica: *sabbia ghiaiosa debolmente limosa.*

Analisi con setacciatura in base alle norme A.S.T.M.

Osservazioni:

Sondaggio S3

Parametri geotecnici

Le analisi penetrometriche per la determinazione dello spessore e dei parametri geotecnici sono state effettuate fino alla profondità di 6.2 m (profondità dei tufi).

Le indagini hanno evidenziato un primo strato di terreno denso fino a 60 cm di profondità, passante verso il basso a terreni sciolti, cui fa seguito un nuovo strato di terreno denso. I relativi parametri geotecnici vengono di seguito riportati. Per analogia si ritiene che le caratteristiche generali siano quelle già riportate per il campione S2.

Elaborato prova penetrometrica N. 3

Committente:	Amm.ne comunale di Procida	Quota:	43,00 mt
Località:	via Alcide de Gasperi - Procida	Data:	19-06-1997

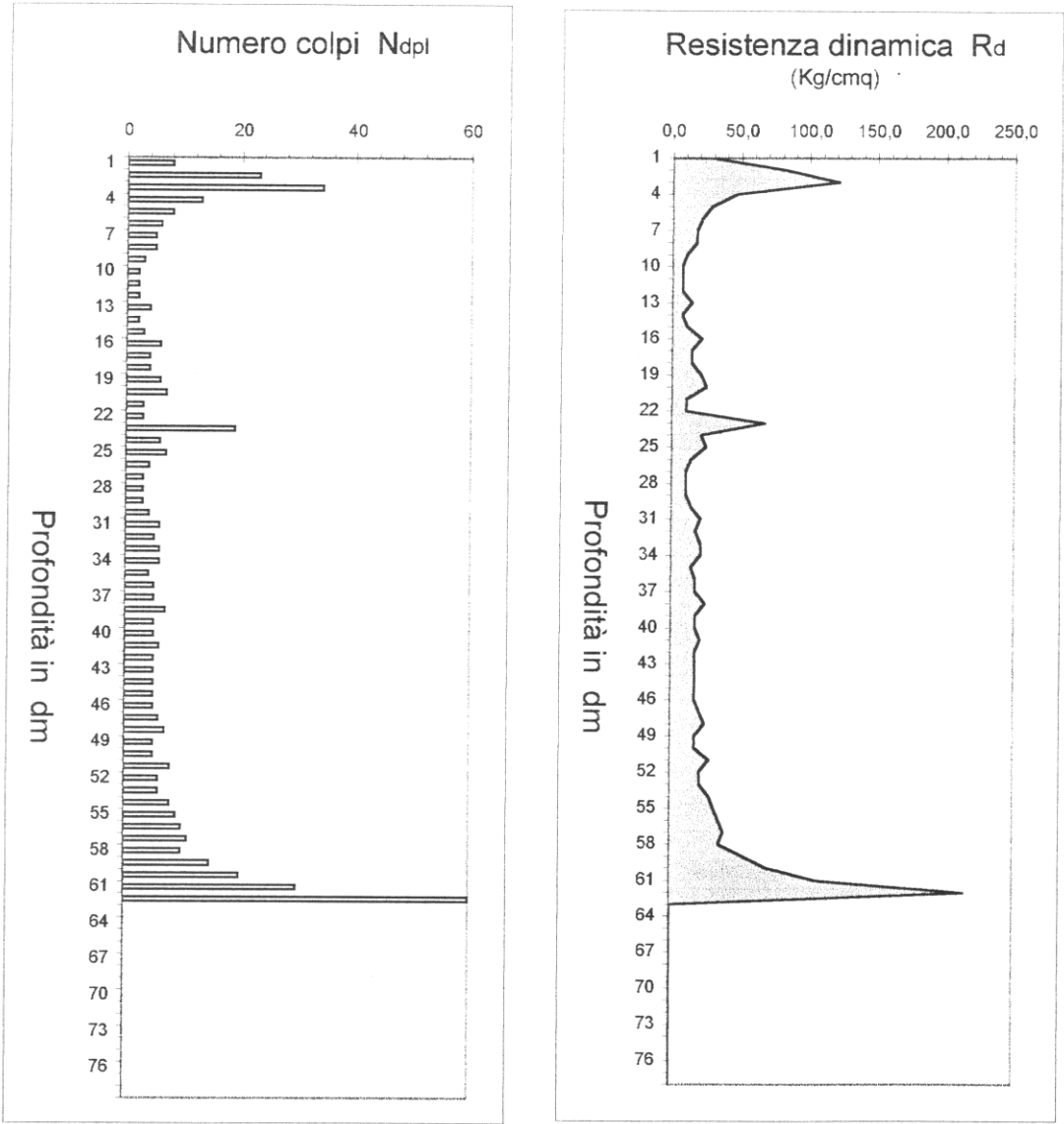
Cu = coesione non drenata (Kg/cmq)	Dr = densità relativa (%)
ϕ° = angolo di attrito interno (gradi)	Rd = resistenza dinamica (Kg/cmq)
Eed = Modulo edometrico (Kg/cmq)	Eyou = Modulo di Young (Kg/cmq)
Hf = profondità investigata (dm)	Nspt = 0.5 + 0.8 Ndpl

Parametri geotecnici												
Strato n.	Profondità (m)		Media Ndpl	Media Rd	Coesione Cu	Media ϕ°	Densità relativa	Modulo edom.	Consistenza			
1	0,0	0,5	20	71	> 0,5	31,9	52	124	denso			
2	0,6	3,0	4	14	0,24	25,3	25	27,8	sciolto			
3	3,1	5,3	6	21	0,36	26,9	30	39,8	sciolto			
4	5,4	6,2	20	71	> 0,5	31,9	52	124	denso			

Hf	Ndpl	Rd	Hf	Ndpl	Rd	Hf	Ndpl	Rd	Hf	Ndpl	Rd	Hf	Ndpl	Rd
1	8	28,6	31	6	20,9	61	30	106,2						
2	23	82,1	32	5	17,3	62	60	213,3						
3	34	121,4	33	6	20,9	63	rifiuto							
4	13	46,4	34	6	20,9									
5	8	28,5	35	4	13,7									
6	6	21,3	36	5	17,3									
7	5	17,7	37	5	17,3									
8	5	17,7	38	7	24,4									
9	3	10,6	39	5	17,2									
10	2	7,0	40	5	17,2									
11	2	7,0	41	6	20,8									
12	2	7,0	42	5	17,2									
13	4	14,1	43	5	17,2									
14	2	6,9	44	5	17,2									
15	3	10,5	45	5	17,1									
16	6	21,2	46	5	17,1									
17	4	14,0	47	6	20,7									
18	4	14,0	48	7	24,2									
19	6	21,1	49	5	17,1									
20	7	24,7	50	5	17,1									
21	3	10,4	51	8	27,8									
22	3	10,4	52	6	20,6									
23	19	67,5	53	6	20,6									
24	6	21,0	54	8	27,7									
25	7	24,6	55	9	31,3									
26	4	13,9	56	10	34,8									
27	3	10,3	57	11	38,4									
28	3	10,3	58	10	34,8									
29	3	10,2	59	15	52,6									
30	4	13,8	60	20	70,5									

Penetrometri Pagani (PC) - τ_g 30-20 dinamico

Elaborato prova penetrometrica N. 3



Penetrometri Pagani (PC) - τ_g 30-20 dinamico

Sondaggio S4

Parametri geotecnici

Le analisi penetrometriche per la determinazione dello spessore e dei parametri geotecnici sono state effettuate fino alla profondità di 6.5 m (profondità dei tufi). Lo spessore dei terreni si mantiene quindi all'incirca costante.

Le prove hanno evidenziato l'alternanza di terreni da mediamente addensati a sciolti, i cui parametri geotecnici vengono di seguito riportati. Per analogia si ritiene che le caratteristiche generali siano quelle riportate per i sondaggi S2 e S3.

Elaborato prova penetrometrica N. 4

Committente:	Amm.ne comunale di Procida	Quota:	41,00 mt
Località:	via Alcide de Gasperi - Procida	Data:	19-06-1997

Cu = coesione non drenata (Kg/cmq)	Dr = densità relativa (%)
ϕ° = angolo di attrito interno (gradi)	Rd = resistenza dinamica (Kg/cmq)
Eed = Modulo edometrico (Kg/cmq)	Eyou = Modulo di Young (Kg/cmq)
Hf = profondità investigata (dm)	Nspt = 0,5 + 0,8 Ndpl

Parametri geotecnici												
Strato n.	Profondità (m)		Media Ndpl	Media Rd	Coesione Cu	Media ϕ°	Densità relativa	Modulo edom.	Consistenza			
1	0,0	0,6	15	54	> 0,5	30,7		46		93,8		med. addensato
2	0,7	1,5	5	18	0,3	26,2		27		33,8		sciolto
3	1,6	1,8	10	36	> 0,5	29,0		38		63,8		med. addensato
4	1,9	4,8	4	14	0,24	25,3		25		27,8		sciolto
5	4,9	5,4	10	36	> 0,5	29,0		38		63,8		med. addensato
6	5,5	5,8	4	14	0,24	25,4		25		27,8		sciolto
7	5,9	6,5	25	89	> 0,5	32,8		58		154		denso

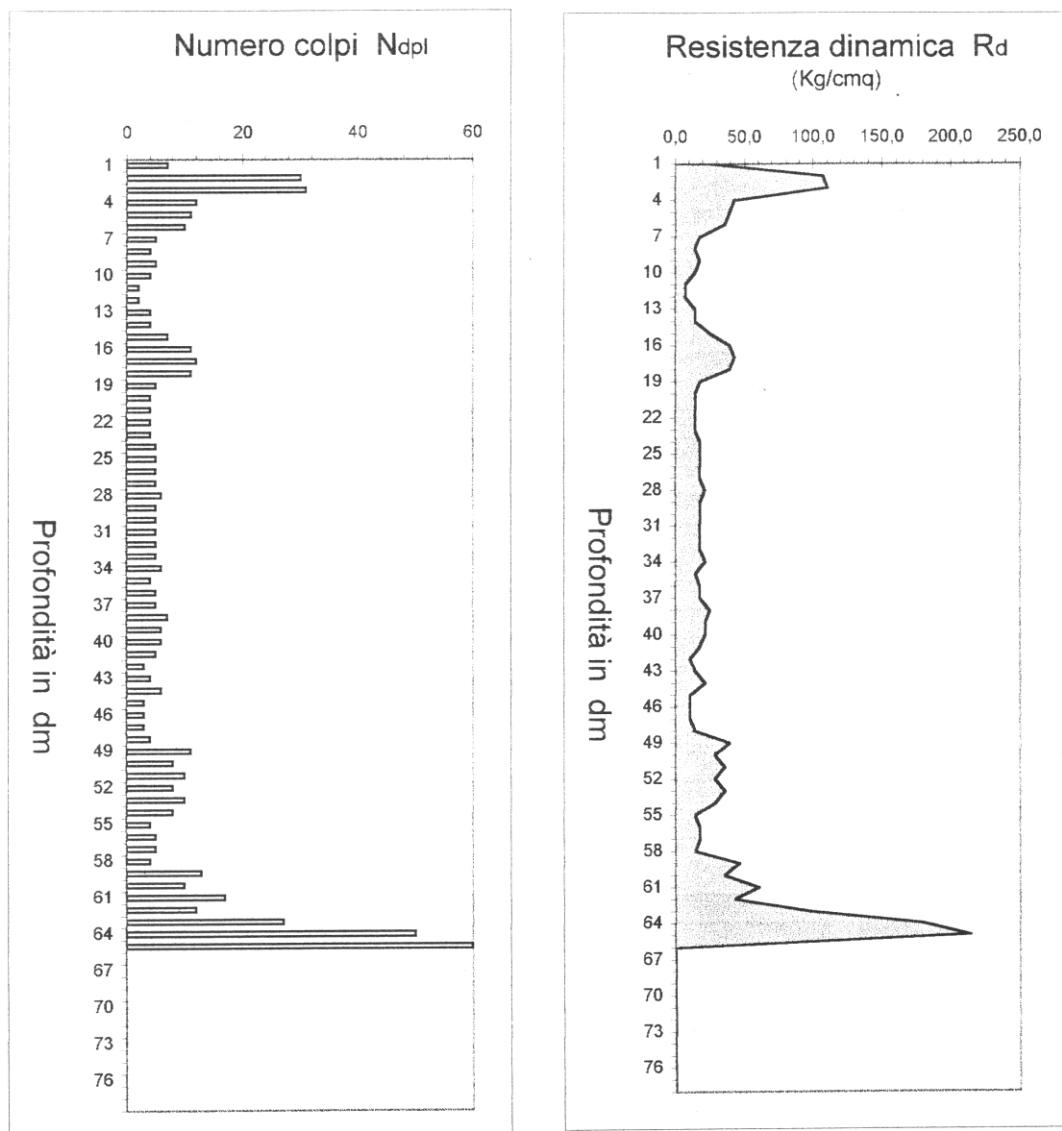
Hf	Ndpl	Rd	Hf	Ndpl	Rd	Hf	Ndpl	Rd	Hf	Ndpl	Rd	Hf	Ndpl	Rd
1	7	25,0	31	5	17,4	61	17	59,7						
2	30	107,1	32	5	17,3	62	12	41,9						
3	31	110,7	33	5	17,3	63	27	95,4						
4	12	42,8	34	6	20,9	64	50	177,5						
5	11	39,2	35	4	13,7	65	60	213,2						
6	10	35,6	36	5	17,3	66	rifiuto							
7	5	17,7	37	5	17,3									
8	4	14,2	38	7	24,4									
9	5	17,7	39	6	20,8									
10	4	14,1	40	6	20,8									
11	2	7,0	41	5	17,2									
12	2	7,0	42	3	10,0									
13	4	14,1	43	4	13,6									
14	4	14,1	44	6	20,7									
15	7	24,8	45	3	10,0									
16	11	39,0	46	3	10,0									
17	12	42,6	47	3	10,0									
18	11	39,0	48	4	13,5									
19	5	17,6	49	11	38,5									
20	4	14,0	50	8	27,8									
21	4	13,9	51	10	34,9									
22	4	13,9	52	8	27,7									
23	4	13,9	53	10	34,9									
24	5	17,5	54	8	27,7									
25	5	17,5	55	4	13,4									
26	5	17,4	56	5	17,0									
27	5	17,4	57	5	16,9									
28	6	21,0	58	4	13,4									
29	5	17,4	59	13	45,5									
30	5	17,4	60	10	34,8									

Penetrometri Pagani (PC) - \mathcal{TG} 30-20 dinamico

,

se

Elaborato prova penetrometrica N. 4



Penetrometri Pagani (PC) - τG 30-20 *dinamico*

Sondaggio S5

Parametri geotecnici

Le analisi penetrometriche per la determinazione dello spessore e dei parametri geotecnici sono state effettuate fino alla profondità di 7.6 m (profondità dei tufi), evidenziando un lieve aumento di spessore dei terreni di riporto verso il bordo terminale dell'area.

Le analisi hanno evidenziato un primo strato di terreno denso fino alla profondità di 80 cm dal piano campagna, seguito da uno strato di terreno molto sciolto fino alla profondità di 4.4 m. I terreni si mantengono sciolti fino alla profondità di 7.5 m, dove è stato incontrato il substrato roccioso dei tufi.

I parametri geotecnici sono di seguito riportati.

Elaborato prova penetrometrica N. 5

Committente:	Amministrazione comunale di Procida	Quota:	35,00 mt
Località:	via Alcide de Gasperi - Procida	Data:	19-06-1997

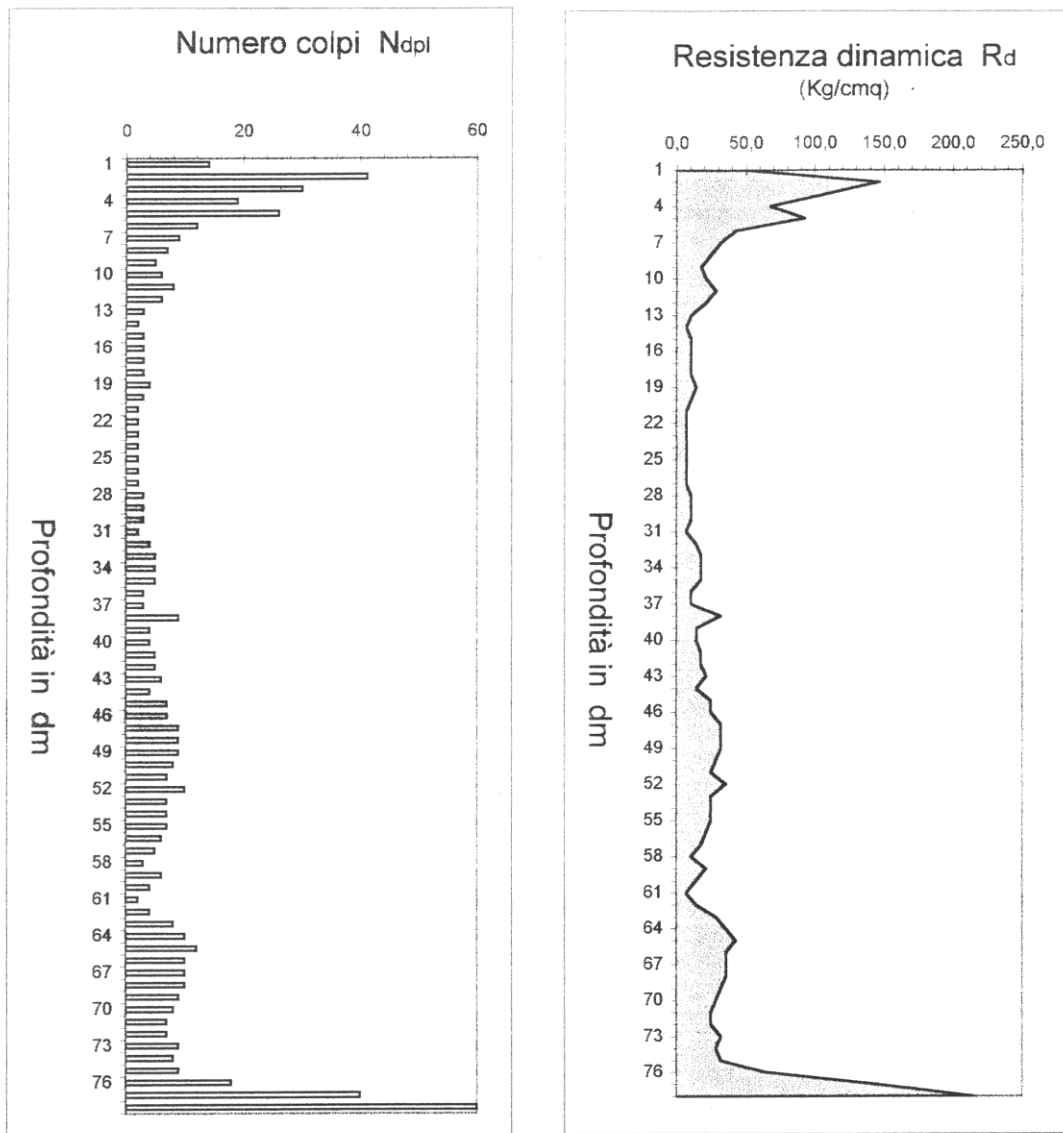
C_u = coesione non drenata (Kg/cm ²)	D_r = densità relativa (%)
ϕ° = angolo di attrito interno (gradi)	R_d = resistenza dinamica (Kg/cm ²)
E_{ed} = Modulo edometrico (Kg/cm ²)	E_{you} = Modulo di Young (Kg/cm ²)
H_f = profondità investigata (dm)	$N_{spt} = 0,5 + 0,8 N_{dpl}$

Parametri geotecnici												
Strato n.	Profondità (m)		Media N _{dpl}	Media R _d	Coesione C _u	Media ϕ°	Densità relativa		Modulo edom.	Consistenza		
1	0,0	0,8	20	71	> 0,5	31,9		52	124			denso
2	0,9	4,4	3	11	0,18	24,3		< 15	21,8			molto sciolto
3	4,5	7,5	8	29	0,48	28,0		34	51,8			sciolto
4	7,6	7,8	40	143	> 0,5	34,8		74	244			denso

H _f	N _{dpl}	R _d	H _f	N _{dpl}	R _d	H _f	N _{dpl}	R _d	H _f	N _{dpl}	R _d	H _f	N _{dpl}	R _d
1	14	50,0	31	2	6,6	61	2	6,2						
2	41	146,4	32	4	13,8	62	4	13,3						
3	30	107,1	33	5	17,3	63	8	27,6						
4	19	67,8	34	5	17,3	64	10	34,7						
5	26	92,8	35	5	17,3	65	12	41,8						
6	12	42,8	36	3	10,1	66	10	34,7						
7	9	32,0	37	3	10,1	67	10	34,6						
8	7	24,9	38	9	31,5	68	10	34,6						
9	5	17,7	39	4	13,7	69	9	31,0						
10	6	21,3	40	4	13,6	70	8	27,4						
11	8	28,4	41	5	17,2	71	7	23,9						
12	6	21,2	42	5	17,2	72	7	23,8						
13	3	10,5	43	6	20,7	73	9	31,0						
14	2	6,9	44	4	13,6	74	8	27,4						
15	3	10,5	45	7	24,3	75	9	30,9						
16	3	10,5	46	7	24,3	76	18	63,1						
17	3	10,4	47	9	31,4	77	40	141,6						
18	3	10,4	48	9	31,4	78	60	213,0						
19	4	14,0	49	9	31,4	79	rifiuto							
20	3	10,4	50	8	27,8									
21	2	6,8	51	7	24,2									
22	2	6,8	52	10	34,9									
23	2	6,8	53	7	24,1									
24	2	6,8	54	7	24,1									
25	2	6,7	55	7	24,1									
26	2	6,7	56	6	20,5									
27	2	6,7	57	5	16,9									
28	3	10,3	58	3	9,8									
29	3	10,2	59	6	20,5									
30	3	10,2	60	4	13,3									

Penetrometri Pagani (PC) - \mathcal{TG} 30-20 dinamico

Elaborato prova penetrometrica N. 5



Penetrometri Pagani (PC) - τ_g 30-20 *dinamico*

Caratteristiche generali

Sono state determinate in laboratorio su un campione disturbato prelevato alla profondità di 4.7 m dal piano campagna nel corso dell'esecuzione della prova penetrometrica S5.

Le caratteristiche generali del campione, che in base alle analisi granulometriche è risultato una sabbia debolmente ghiaiosa e limosa, risultano le seguenti:

Peso specifico dei grani 2.37 g/centimetro cubo

Peso volume 1.62 g/centimetro cubo

Contenuto in acqua 35.30 %

Peso secco 1.12 g/centimetro cubo

Indice dei vuoti 1.42

Porosità 53.50 %

Grado di saturazione 100 %

6. Conclusioni

Lo studio geologico dell'area del comprensorio Centane-Panoramica (Via Alcide De Gasperi, Isola di Procida, Golfo di Napoli) si è articolato attraverso il rilevamento geologico e geomorfologico delle zone interessate dal progetto di sistemazione turistico-ricreativa (Fig. 3) ed attraverso l'esecuzione di indagini geognostiche (prove penetrometriche e analisi geotecniche).

Dallo studio effettuato si evince una maggiore sicurezza delle aree situate a monte della Via Alcide De Gasperi (area D e area B in Fig. 3), che non presentano un grado di dissesto geomorfologico elevato, essendo caratterizzate dall'affioramento di terreni litoidi e coerenti (tufi vulcanici della Formazione di Solchiaro). Le aree lato mare (area A e area C) situate a valle della strada ed a ridosso della falesia costiera presentano invece un dissesto geomorfologico più elevato, soprattutto relativamente alla parte superiore della scarpata, che si presenta poco stabile, in considerazione del fatto che tali aree sono state adibite fino a tempi recenti alla discarica di terreni di riporto. Le indagini geognostiche sono state quindi preferenzialmente eseguite lungo la spianata dell'area A (Fig. 3) con lo scopo di stabilire la natura e le caratteristiche tecniche dei terreni di riporto e di procedere alla sistemazione turistico-ricreativa degli spazi pubblici.

Le conclusioni relative alle singole aree riportate in progetto (Fig. 3) vengono qui di seguito riportate.

Aree poste a monte della Via Alcide De Gasperi

AREA B: tale zona, attualmente già attrezzata come parco giochi per l'infanzia con attrezzature leggere, risulta in generale idonea per gli scopi ai quali è stata adibita. Infatti alle spalle della spianata erbosa è presente una parete rocciosa sub verticale costituita dai tufi vulcanici della Formazione di Solchiaro. Tali terreni, essendo litoidi e coerenti, non presentano, relativamente allo stato dei luoghi attuale, grandi problemi di stabilità e dissesto geomorfologico. L'assetto geologico di tale area va comunque tenuto sotto controllo relativamente allo stato futuro: infatti, la presenza di fratture longitudinali con distribuzione casuale potrebbe comportare, con il procedere dell'erosione ad opera degli agenti meteorici, l'isolamento di pezzi di roccia ed il loro crollo. Inoltre, va segnalata la presenza, ai piedi della parete rocciosa tufacea, di materiali di risulta che, nell'ottica di un risanamento ambientale ottimale dell'area, andrebbero comunque rimossi attraverso un intervento di pulizia.

AREA D: anche tale zona, come la precedente attualmente già attrezzata come parco giochi per l'infanzia con attrezzature leggere, risulta in generale idonea per gli scopi ai quali è stata adibita. Alle spalle di quest'area i tufi vulcanici della Formazione di Solchiaro affiorano lungo una scarpata a bassa pendenza, mostrando una generale immersione degli strati verso la strada.

Aree poste a valle della Via Alcide De Gasperi ed a ridosso della falesia costiera

Area A: La morfologia attualmente pianeggiante delle scarpate lato mare sulla Via Alcide De Gasperi (area A e area C) può trarre in inganno sulle loro condizioni di stabilità, che possono invece risultare precarie, soprattutto qualora tali zone venissero sottoposte a carichi non proporzionati ai parametri geotecnici di stabilità dei terreni di riporto o in condizioni di sovralluvionamento di acqua, considerata anche l'assenza di un sistema di canalette di drenaggio delle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale.

Le condizioni di instabilità dei terreni di riporto sovrastanti i tufi ialoclastici della Formazione di Solchiario risultano particolarmente evidenti lungo le scarpate laterali verso mare, in quanto queste sono costituite da terreni sciolti, con scadenti caratteristiche tecniche. Inoltre, l'angolo di acclività dei terreni di riporto non è l'angolo di scarpa naturale del pendio, dato che tali materiali sono rimaneggiati e depositati fino a tempi recenti (zona A e zona C superiore delle scarpate danno origine a piccoli smottamenti di terra e risultano facilmente franabili.

Si è quindi posta come condizione necessaria alla determinazione delle caratteristiche tecniche dei terreni di riporto e della loro stratimetria l'esecuzione di sondaggi geognostici ed analisi geotecniche di laboratorio, che sono state preferenzialmente eseguite lungo il settore lato mare

denominato area A. I sondaggi geognostici sono consistiti essenzialmente in prove penetrometriche dinamiche, atte a determinare il grado di addensamento dei terreni di riporto e il loro angolo di attrito interno (FI), che risulta direttamente collegato con la resistenza al taglio dei materiali e la profondità del substrato roccioso (tufi gialli del Vulcano di Solchiaro) al di sotto dei terreni di riporto. La determinazione dell'angolo di attrito interno consente quindi di valutare indirettamente i carichi massimi ai quali i terreni possono essere sottoposti e di considerare quindi eventuali interventi di sistemazione e/o di consolidamento ai quali sarebbe necessario sottoporre tali aree.

Le prove penetrometriche sono state effettuate nella zona con rischio geomorfologico più elevato, lunga circa 100 m e posta ad una quota media di circa 46 m, dal bordo della Via Alcide De Gasperi fino al versante della falesia costiera. Tale zona presenta un elevato rischio, sia da un punto di vista geotecnico, in quanto caratterizzata da materiali sciolti di riporto che ricoprono il tufo giallo di Solchiaro (che costituisce la sottostante falesia ed affiora estesamente lungo i tagli stradali della Via Panoramica), che da un punto di vista morfologico e della stabilità delle scarpate verso mare, dato che i terreni sciolti lungo la scarpata, caratterizzata da elevata acclività, possono facilmente dare origine a smottamenti di terreno. Tutte le prove sono state eseguite in punti ubicati sul bordo verso mare dell'area A, in prossimità della rottura di pendenza che segna l'inizio della falesia, in modo da ricavare valori più significativi.

Sono state inoltre eseguite alcune analisi geotecniche di laboratorio su campioni di terreno prelevati nel corso delle prove penetrometriche, allo scopo di determinare le caratteristiche tecniche generali dei terreni di riporto (peso dell'unità di volume, granulometria, contenuto d'acqua, etc.).

I risultati delle suddette indagini geognostiche per il settore denominato area A hanno indicato la presenza nel sottosuolo di tale zona di un cuneo di terreni di riporto di spessore medio di 6.5 – 7 m, costituito da terreni a granulometria relativamente grossolana (sabbie ghiaiose e debolmente limose) e con un contenuto d'acqua piuttosto basso. Tali risultati sono compatibili con l'uso di detta area a scopo turistico-ricreativo se non vi vengono alloggiate strutture pesanti. Data l'instabilità e la franosità della parte superiore della scarpata, costituita da terreni sciolti analoghi a quelli rinvenuti nel sottosuolo durante le indagini geognostiche, si consiglia comunque l'esecuzione di opere di recinzione di tale scarpata, onde ridurre al minimo le sollecitazioni meccaniche alle quali i terreni sciolti potrebbero essere sottoposti. Inoltre, per evitare l'aumento del contenuto d'acqua dei terreni di riporto, che potrebbe essere la causa di potenziali smottamenti e fenomeni franosi, si consiglia la messa in posa di un sistema di canalette di drenaggio per lo scolo delle acque di ruscellamento meteoriche e superficiali.

Area C: va sottolineato che non è stato possibile eseguire le medesime indagini geognostiche ed analisi geotecniche sul settore denominato area C

(Fig. 3), in quanto al tentativo di effettuare le prove penetrometriche è stato registrato il rifiuto strumentale da parte del penetrometro. Tale zona, posta all'incrocio tra Via Alcide De Gasperi e Via Centane, rappresenta la più rischiosa dal punto di vista geomorfologico, sia perché adibita a discarica fino a tempi recentissimi, che perché realmente piccola e caratterizzata da scarpate molto acclivi, in terra nella parte sommitale.

BIBLIOGRAFIA

Alessio M., Bella F., Improta S., Belluomini G., Calderoni G., Cortese C., Turi B. (1976) University of Rome Carbon 14 Dates XIV, Radiocarbon, 18/3, 321-349.

Deino A.L., Orsi G., De Vita S., Piochi M. (2004) The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera-forming eruption (Campi Flegrei caldera – Italy) assessed by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating method. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 133, 157-170.

Di Girolamo P., Stanzione D. (1973) Lineamenti geologici e petrologici dell'Isola di Procida. Rend. Soc. It. Mineral. Petrol., 24/5, 81-126.

Di Girolamo P., Ghiara M., Lirer L., Munno R., Rolandi G., Stanzione D. (1984) Vulcanologia e petrologia dei Campi Flegrei. Boll. Soc. Geol. Ital., 103, 349-370.

Parascandola A. (1924) I crateri dell'Isola di Procida. Boll. Soc. Naturalisti in Napoli, 40, 36, 57-60.

Pescatore T., Rolandi G. (1981) Osservazioni preliminari sulla stratigrafia dei depositi vulcanoclastici nel settore SW dei Campi Flegrei. Boll. Soc. Geol. Ital., 100, 233-254.

Rosi M., Sbrana A. (1987) Phlegrean Fields. CNR, Quaderni De La Ricerca Scientifica, Roma, Italy.

Rosi M., Sbrana A., Vezzoli L. (1988) Stratigrafia delle isole di Procida e di Vivara. Bollettino GNV, 4, 500-525.

Terzaghi K., Peck R.B. (1974) Geotecnica. UTET Editore, 641 pp.

Vezzoli L. (1988) Island of Ischia. CNR, Quaderni De La Ricerca Scientifica, Roma, Italy.